NUMERO 2 — ANNO XLII
AGOSTO 1993
DA PAGINA 49
A PAGINA 88

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
GIANFRANCO BARBIERI



REDAZIONE
RENATO CAPRA
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

*Concessionaria esclusiva della pubblicità:*
SOC. PER LA PUBBLICITÀ IN ITALIA (SPI)
20121 MILANO - VIA MANZONI 37 - TEL. (02) 63131

*Distribuzione per l'Italia:*
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione Italiana Editori Giornali

Stampa: ILTE - Moncalieri (Torino)

# ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

*Sommario:* *pagina*



Le fotografie di copertina illustrano il miglioramento dell'immagine televisiva numerica, codificata mediante DCT ibrida, ottenibile con il sistema di mascheramento degli errori residui di canale.
Le fotografie di sinistra si riferiscono alla presenza, sul flusso binario di dati, di molti errori casuali; quelle di destra sono invece relative a parecchi errori a pacchetti.
Le fotografie in basso evidenziano, in entrambi i casi, il miglioramento ottenibile dopo il processo di mascheramento descritto nell'articolo a pagina 61.

UNA COPIA L. 8000 (ESTERO L. 15000)
COPIA ARRETRATA L. 15000 (ESTERO L. 15000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 20000 (ESTERO L. 40000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO-C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

# IMPIANTO DELLA RADIOTELEVISIONE DELLA REPUBBLICA DI SAN MARINO

A. BERNARDI, M. SCAVARDA*

*SOMMARIO — Questo articolo presenta in forma generale l'impiantistica della Radiotelevisione della Repubblica di San Marino, inaugurata ufficialmente il 24 aprile 1993, soffermandosi su tre punti essenziali: la produzione radiotelevisiva - la trasmissione dell'informazione; - gli impianti ausiliari. Per quanto concerne la parte a «bassa frequenza», sia video che radiofonica, non vi sono particolarità di rilievo se non l'adozione di apparati di ottimo livello tecnologico, l'impianto ad «alta frequenza» è degno invece di particolare attenzione per il doppio impianto di trasmissione «isofrequenziale».*

*SUMMARY — **Technical facilities of San Marino State Radio and TV Broadcasting Company.** This paper describes in general the technical facilities of San Marino Radio and TV Broadcasting Company, RTV, opened officially on April 24, 1993. Particular consideration is given to three main points: production, transmission, and auxiliary installations. As far as the base band section is conserned, both video and audio, there is no significant aspect to be mentioned, save for the optimum technological level of the equipment adopted. Conversely, the high frequency section deserves particular attention owing to the double isofrequency transmission system.*

## 1. Introduzione

La San Marino RTV, inaugurata ufficialmente il 24 aprile 1993, venne costituita nell'agosto del 1991, nel quadro di un accordo di collaborazione in materia radiotelevisiva sottoscritto tra la Repubblica di San Marino e la Repubblica Italiana, rappresentate rispettivamente, con partecipazione paritetica, dalla ERAS (Ente per la Radiodiffusione Sammarinese) e dalla RAI - Radiotelevisione Italiana.

La Società ha la gestione in esclusiva del servizio di radiodiffusione circolare della Repubblica di San Marino nei settori radiofonico e televisivo.

La San Marino RTV potrà svolgere attività nella produzione e nel commercio dei programmi radiotelevisivi, nell'organizzazione di spettacoli e di eventi sportivi, sviluppando anche rapporti con altri enti e società, e tutto ciò che riterrà utile per il raggiungimento dei fini societari e di una gestione economica ottimale.

La Repubblica di San Marino ha confermato, con iniziative di ampio respiro, la sua antica vocazione internazionale; infatti nel dicembre 1991, è stato formalizzato l'accordo di cooperazione ed unione doganale che regola il rapporto giuridico tra la Repubblica di San Marino e la Comunità Economica Europea.

Il Presidente della Commissione CEE ha sottolineato il significato dell'accordo che sancisce formalmente l'integrazione della più antica Repubblica del mondo nella nuova realtà europea.

L'accordo si fonda sulla comune volontà delle parti contraenti di rafforzare le loro relazioni, promuovere una mutua cooperazione per tutte le questioni di comune interesse, con particolare riferimento ai settori commerciali, economici, sociali e culturali e sancisce formalmente la creazione di una unione doganale.

Con questo accordo la Repubblica di San Marino si colloca su un piano di pari dignità con tutti i paesi membri della CEE.

Dal 2 marzo 1992 la Repubblica di San Marino inoltre è ufficialmente membro delle Nazioni Unite.

L'Assemblea Generale ha approvato all'unanimità e per acclamazione la risoluzione adottata dal Consiglio di Sicurezza. In questo contesto la RTV S. Marino si colloca, con l'accordo ERAS-RAI, tra le emittenti nazionali europee.

Per la sede della San Marino RTV è stato scelto il Palazzo dei Congressi, che ospita la Sede e il Centro di Produzione, palazzo che si sviluppa su una superficie di 10.000 metri quadrati.

Un'ala del Palazzo dei Congressi è già stata trasformata in studi radiofonici e televisivi, in sale di montaggio e riversamento, in locali per apparecchiature trasmittenti e di messa in onda dei programmi.

La sede della radiotelevisione ospiterà i principali congressi che si terranno nella Repubblica del Titano e le attività culturali di cui l'emittente di Stato si farà promotrice perché rafforzino il carattere educativo che San Marino RTV privilegerà; una delle iniziative previste, a questo proposito, è una università popolare aperta a tutti.

Per quanto riguarda la radio, dal dicembre scorso ha avuto inizio la fase sperimentale; 24 ore al giorno di musica, intervallata da annunci, irradiata da due impianti trasmittenti di 10 kwatt e 5 kwatt.

Quanto alla televisione, per ubicare le antenne trasmittenti, è stata adottata una soluzione che concilia le esigenze tecniche di trasmissione (e di una conseguente, adeguata copertura del territorio) con quelle ambientali, ciò al fine di evitare ogni possibile inquinamento elettromagnetico, vero o presunto, ai danni della popolazione residente nelle zone più vicine ai tralicci.

Sono state impiantate due antenne: una situata a nord, accanto al Palazzo del Turismo, e l'altra presso il Palazzo dei Congressi su un pilone di circa 40 metri.

Entrambi gli impianti sono pilotati con un sistema isofrequenza in fibra ottica.

La potenza è, rispettivamente, di 10 kwatt e 2 kwatt; un piccolo ripetitore di 20 watt risponde alle particolari esigenze della città di San Marino.

*Dati e caratteristiche*

- Investimenti effettuati: Lire 5 miliardi.
- Area adibita a Centro di Produzione: mq 2000.
- Area servita dai trasmettitori: appena superiore a quella otticamente in vista dal Monte Titano.

*Programmi radio*

La fase sperimentale, che ha avuto inizio negli ultimi mesi del 1992, ha costituito una tappa intermedia per collaudare il modello organizzativo, ideativo e produttivo dell'Azienda; a partire dalla prossima estate (1993), saranno irradiati i primi programmi di intrattenimento parlato derivanti da organici palinsesti.

Anche i «Giornali Radio» avranno una fase sperimentale; le notizie giornalistiche saranno date regolarmente ad appuntamenti fissi attraverso tre giornali radio, aggiornamenti quotidiani e notizie di pubblica utilità.

*Programmi TV*

I primi palinsesti andranno a regime a partire, anch'essi, dalla prossima estate (1993); comprenderanno telegiornali, film, telefilm, concerti, sceneggiati e avvenimenti sportivi; in questa fase, seppure in misura minima, sono previsti programmi di produzione anche interna, che contribuiranno a caratterizzare ulteriormente la San Marino RTV.

Per quanto concerne i «Telegiornali»: le notizie saranno date ad appuntamenti fissi in tre edizioni.

## 2. Le strutture tecniche della Radiotelevisione della Repubblica di S. Marino

Le strutture tecniche della radiotelevisione Sammarinese sono ispirate ad un elevato livello tecnologico che garantisce una notevole affidabilità e consente un'ampia possibilità operativa del mezzo radiotelevisivo, con un limitato impiego di personale.

Tali strutture comprendono tre settori nei quali il nuovo centro produttivo radiotelevisivo si articola:
- Produzione televisiva e radiofonica.
- Trasmissione dell'informazione via etere.
- Impianti tecnologici ausiliari.

### 2.1 Produzione televisiva

I settori per la produzione televisiva in videofrequenza sono ospitati al piano terra (salette VTR e trasmettitori) e al primo piano del Palazzo Congressi secondo la planimetria qui riportata.

Lo studio televisivo per le News (vedi figura 1) affianca quello previsto per i programmi, che è ormai in fase di completamento; entrambi sono ubicati al primo piano dell'immobile, dove trovano la loro collocazione anche la regia audiovisiva, la sala di post-produzione, il complesso di messa in onda e controllo tecnico denominato MIO, nonché il complesso produttivo radiofonico. La platea dedicata alle News copre una superficie di circa 70 metri quadrati, mentre per i programmi sono previsti circa 300 metri quadrati tra platea e spazio riservato al pubblico.

La figura 2 illustra la disposizione delle strutture televisive al primo piano e si può notare come i vari locali siano distribuiti in modo da agevolare qualsiasi operazione, anche con un esiguo numero di «addetti ai lavori».

La ripresa è affidata a cinque telecamere Sony triassializzate, i cui convertitori ottico-elettrici sono C.C.D. frame-interline, con tutti i vantaggi che da essi ne derivano.

Tutte le catene di ripresa sono gestite da un sistema centralizzato (Master set-up) in grado di controllare sino a 35 catene di ripresa; i comandi operativi associati, fanno capo alla consolle del «controllo camere» che in questa

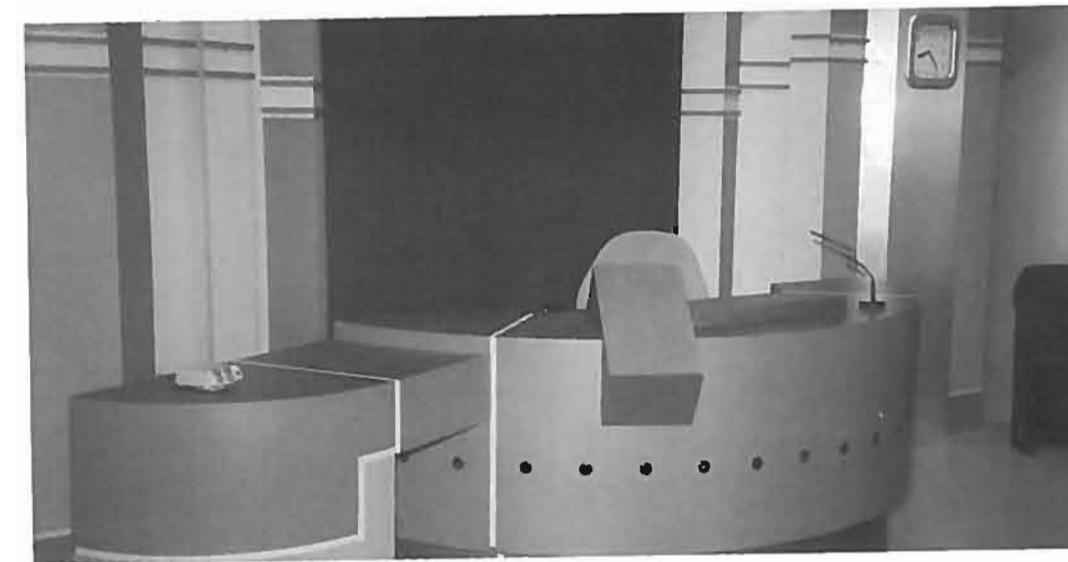



Fig. 1 — Platea dello «studiolo News».

* Dott. Alessandro Bernardi, responsabile tecnico della RTV S. Marino, p.i. Modesto Scavarda, titolare della SETEL di Torino. Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 18 giugno 1993.

PLANIMETRIA
PRIMO PIANO

STUDIO NEWS
REGIA VIDEO E CONTROLLO CAMERE
MONTAGGIO R.F.
MESSA IN ONDA (MIO)
POST PRODUZIONE
REGIA R.F.
STUDIO R.F.
MONTAGGIO R.F.
RAMPA ACCESSO

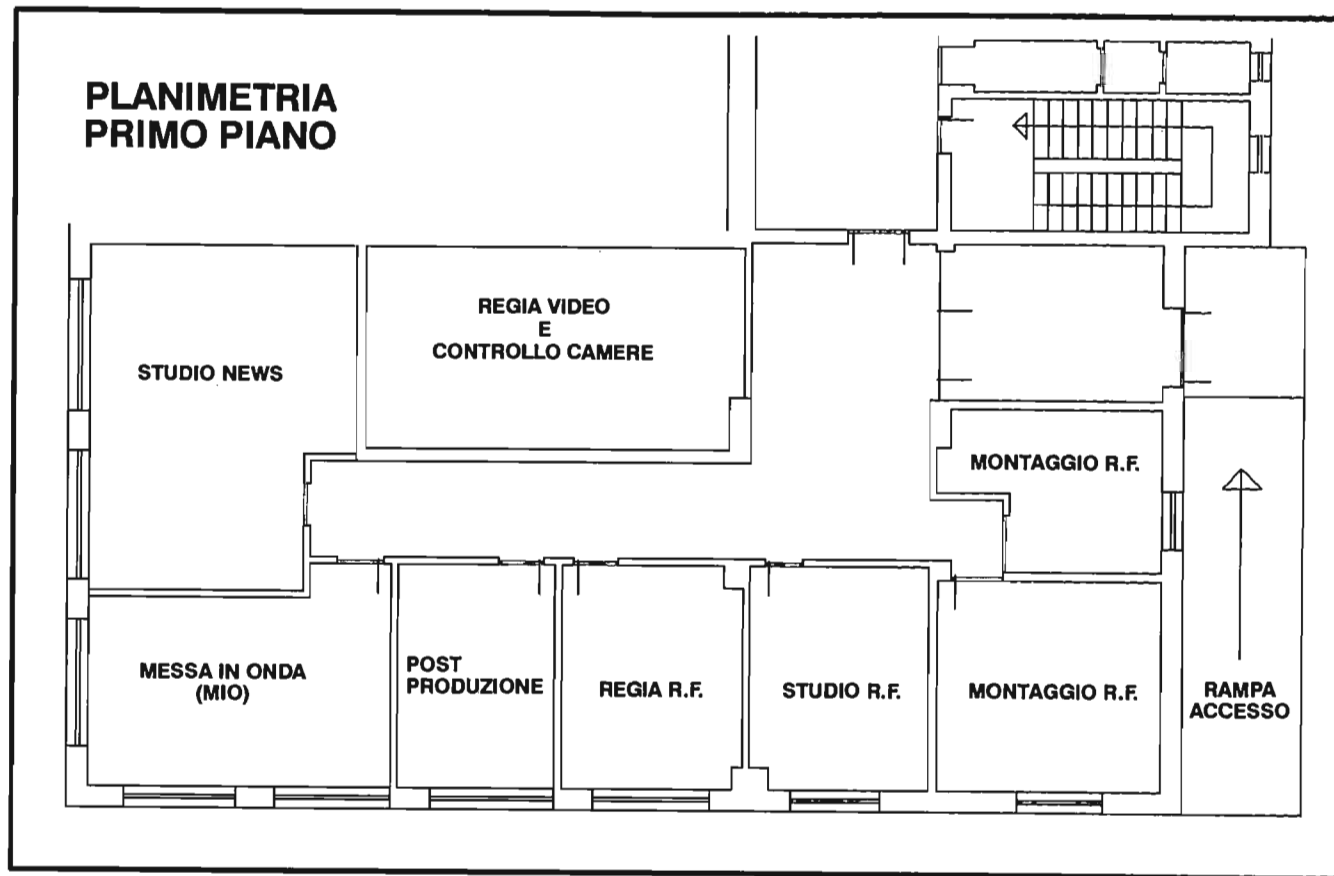



Fig. 2 — Disposizione delle strutture televisive al 1° piano della Sede.

prima fase è installata nella stessa regia video; si prevede in un futuro prossimo il suo spostamento in un locale adiacente.

Considerata la centralizzazione del sistema, l'interferenza operativa tra regia video e controllo camere è attualmente più che tollerabile.

Il complesso regia audio-visiva, controllo camere, MIO è comunque già dimensionato e strutturato per gestire entrambe le platee, News e programmi.

Delle cinque telecamere del pool di ripresa, le due dedicate allo «studiolo news» sono corredate da «teleprompter» o «gobbo elettronico» (vedi figure 3a e 3b),

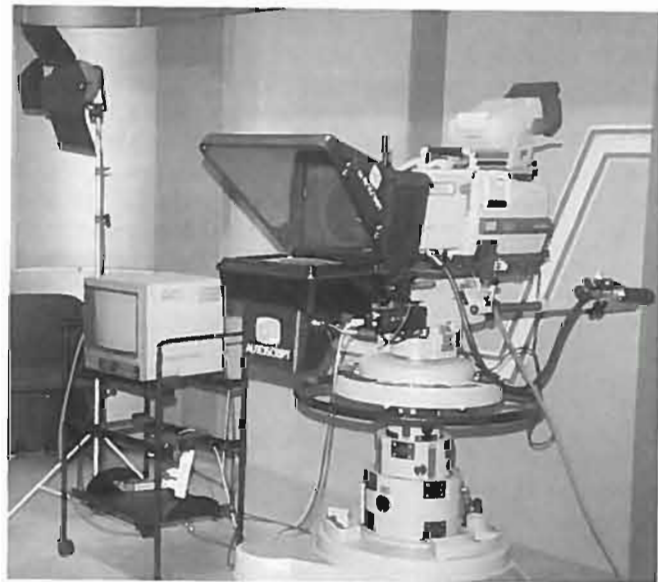



Fig. 3a — Telecamera equipaggiata con teleprompter.

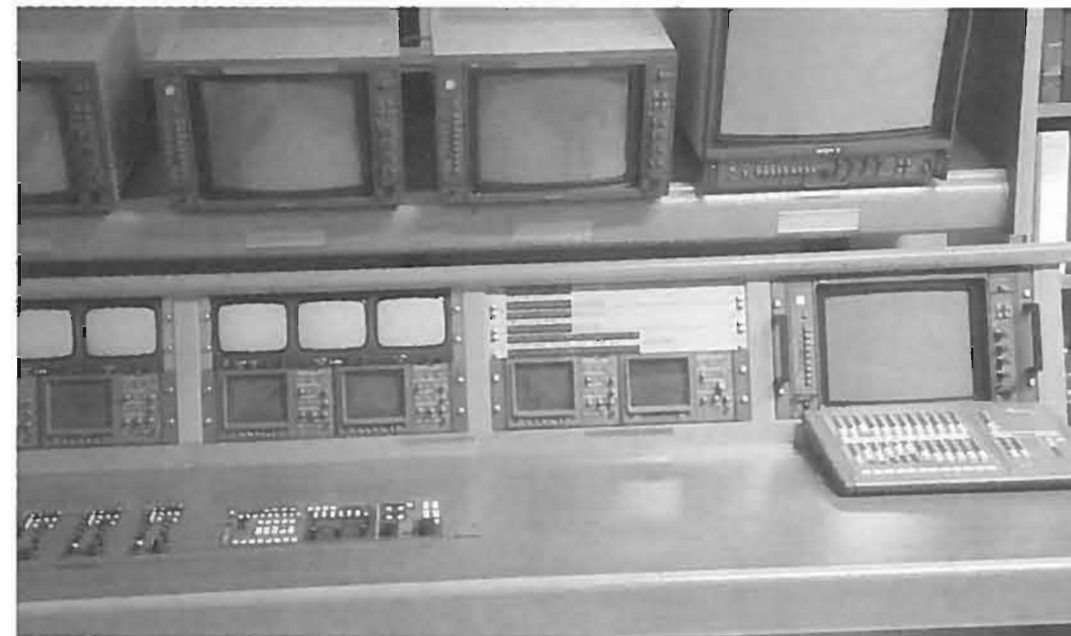
Fig. 3b — Particolare della telecamera equipaggiata con teleprompter.





Fig. 4 — Controllo camere con (sulla parte destra della fotografia) il posto dedicato al «controllo effetti scenici».

gestito da un calcolatore situato nella sala regia, che offre la possibilità di impaginare in tempo reale; la velocità di scorrimento del testo può essere comandato direttamente dallo speaker.

La ripresa audio è assicurata da un massimo di cinque radiomicrofoni, integrati da microfoni da tavolo e dai microfoni delle telecamere. Poiché le testate camera delle telecamere sono collegate alle relative unità di controllo tramite cavo triassiale, occorre trasporre di frequenza, tramite modulazione di frequenza, l'audio dei microfoni associati alle telecamere per farlo giungere al mixer audio.

I contributi musicali sono costituiti da riproduttori a cassetta, compact disc, ecc., come illustreremo in seguito.

L'impianto di illuminazione scenica dello studio News è realizzato con corpi illuminanti al quarzo, gestiti da una apposita consolle a 36 ingressi, installata a fianco dei controlli camera, come illustrato in figura 4.

La regia video, illustrata in figura 5, comprende la struttura che regge 24 monitori a colori di cui 20 di 14 pollici e 4 di 20 pollici. Il tavolo operativo a forma di ferro di cavallo è disposto in modo da consentire a tutti gli operatori, una buona visione di tutti i monitori. Su questo tavolo sono installati tutti i comandi operativi, controlli monitoriali di previsione e l'indispensabile strumentazione di controllo del segnale sia video che audio, in uscita dai rispettivi mixer. Tre videoregistratori, per l'inoltro di con-

Fig. 5 — Regia video-audio.

Fig. 6 — Consolle audio.

tributi direttamente dalla regia, completano l'assetto di quest'ultima. La struttura generatrice in banda base è integrata dal MIO (Messa In Onda), che rappresenta il controllo tecnico e di smistamento dell'intero sistema produttivo ed è completata da tre salette di montaggio e da una di post-produzione che illustreremo in dettaglio.

### 2.1.1 *Regia audio video (R.A.V.) e controllo camera (C.C.U.)*

Al tavolo di regia, i posti operativi previsti consentono di ospitare:

- uno o due tecnici del suono oppure un assistente musicale e un tecnico del suono, a seconda delle esigenze dettate dai vari programmi. Essi operano davanti alla consolle audio (vedi figura 6);
- un addetto alla regia;
- una segreteria di produzione;
- un operatore al mixer video e effetti elettronici;
- un operatore alla titolazione;
- un operatore grafico.

### 2.1.2 *Mixer audio*

La ripresa audio si avvale di un mixer audio a:

- 24 ingressi mono (dosatori, commutatori, ecc.) commutabili su segnali alto/basso livello;
- 4 ingressi stereofonici;
- 1 uscita stereofonica distribuita alle varie utenze da un distributore audio stereofonico;
- 6 uscite ausiliarie;
- 8 gruppi gestiti da matrice interna.

Sezionamento degli ingressi alto livello e di tutte le uscite sia ausiliarie che di distribuzione Left/Right.

Gli ingressi basso livello, sono riportati ad un pannello terminazione cavi nelle platee sia News che di programma tramite commutazione tra le due.

Le periferiche di contributo e di registrazione sono costituite da riproduttori a cassette, nastro, compact disc., DAT digicard tutti disponibili sull'alzata del tavolo di regia.

### 2.1.3 *Mixer video*

Il mixer video prevede;

- 18 ingressi, 1 banco effetti, 3 ingressi RGB per Kroma-Key, 3 Iso Key;
- 1 DSK con due uscite;
- 1 uscita PVW;
- 2 uscite ausiliari;
- 2 uscite utility.

Essendo il mixer video l'ultimo elemento della catena video di studio che collega i vari generatori all'uscita verso le linee di trasmissione, è essenziale che non subisca interruzioni di funzionamento, in quanto al trasmettitore si avrebbe mancanza totale di informazione.

È pertanto indispensabile essere dotati di una riserva attiva che nel caso specifico è rappresentata da una matrice 16×4, a commutazione durante il nero verticale, alimentata separatamente.

Gli ingressi video relativi al mixer transitano pertanto su tale matrice secondo lo schema a blocchi di figura 7 i cui 4 bus vengono così utilizzati:

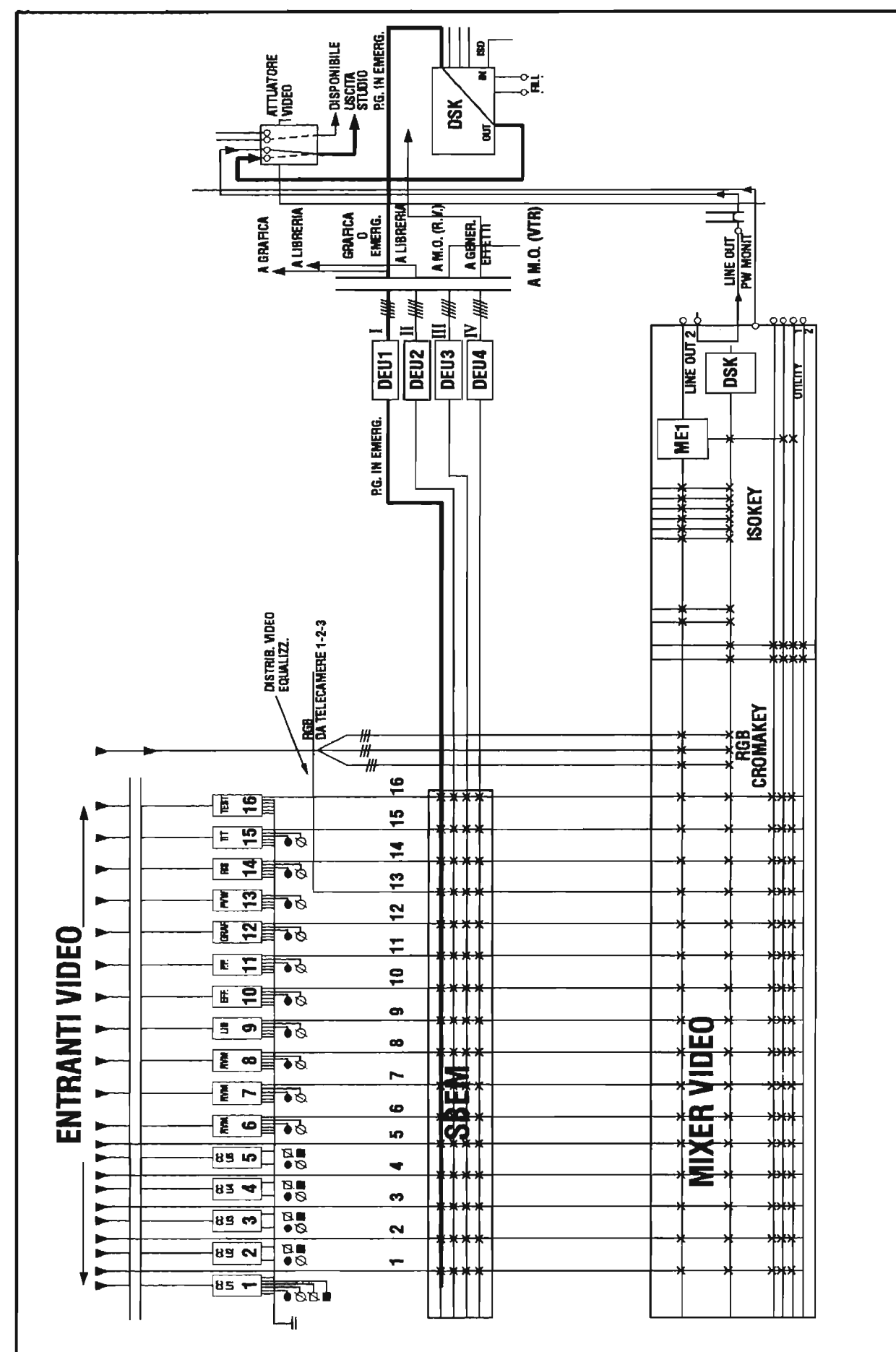
— bus I, in funzionamento normale seleziona i segnali video per la grafica, in emergenza (avaria mixer) è l'u-







Fig. 7 — Schema a blocchi mixer video ed emergenza.

Fig. 8 — Carrello, nella regia video, sul quale sono montati tre videoregistratori per la messa in onda di eventuali contributi registrati.

scita di trasmissione verso il DSK esterno (vedi figura 7) che consente anche in emergenza, l'inserzione di scritte supplementari sul programma;

— bus II, alimenta il decoder della libreria digitale; per ora questo bus serve sia la libreria che la grafica in quanto non è ancora disponibile il secondo decodificatore PAL/R,G,B.
— bus III, fornisce il segnale per eventuali registrazioni da parte dei VTR preposti alla M.O. Giova ricordare come, nei tempi in cui tali videoregistratori non forniscono contributi allo studio, possono essere utilizzati in registrazione. Caso tipico è la registrazione di provini o dell'uscita di studio, senza impegnare una saletta VTR, da parte di uno di essi mentre gli altri possono continuare a fornire eventuali contributi o comunque lavorare come riproduttori. La gestione di questi 3 video registratori, montati su carrello e situati in regia video (vedi figura 8), è affidata normalmente alla segreteria di produzione e pertanto il suddetto posto operativo è corredato dai comandi remoti delle tre macchine; queste ultime sono VTR funzionanti sugli standard BVU/Beta/D2.

Operativamente la segreteria o chi per essa, può verificare in PVW su un monitore da 9 pollici con ascolto e sistemato sul tavolo regia, il punto esatto di partenza (sia per l'audio che per il video) del VTR e al momento opportuno far partire le macchine, il cui segnale audio-video verrà inviato in trasmissione dagli operatori ai rispettivi mixer che, fisicamente, operano a stretto contatto con la segreteria di produzione stessa.

Ovviamente l'operatore al mixer video osserva l'immagine prodotta dalle macchine su monitori di presenza a colori, sistemati sulla struttura a loro dedicata, precedentemente citata.

— bus IV, consente la selezione di una parte dei segnali che alimentano i generatori di effetti speciali che fungono altresì da sincronizzatori per i segnali esterni.

Evidentemente tutte le pulsantiere che comandano i quattro bus, nonché il commutatore «normale/emergenza» sono disponibili su banco regia, così come la selezione dei segnali non sincroni che alimentano gli effetti speciali.

L'impianto di studio è completato da titolatrice grafica e libreria digitale la cui elettronica è sistemata al MIO, mentre i comandi operativi completano la struttura della regia video.

La libreria elettronica ha una capacità di 1000 pagine con possibilità di scelta tra 800 colori, variabili da carattere a carattere, con sfondi sfumati o trasparenti e 8 font diversi.

La grafica accoppiata al calcolatore, consente titolazioni e sottotitoli di comune impiego nei TG, gestione risultati, classifiche, grafici, tabelle, previsioni del tempo, ecc.

La coppia di generatori di effetti elettronici 3D, che funge anche da sincronizzatore per le esterne entranti, include una minilibreria con una capacità di 60 immagini ognuna; come segnalato in precedenza, anche per tali apparati l'elettronica è installata nel MIO, mentre i comandi operativi sono portati in regia video.

Uno dei due generatori può anche servire, in alternativa, la saletta di post-produzione.

Un sistema interfonico generale, collega tra loro le varie utenze con terminali operativi dedicati e una parte comune centralizzata al MIO.

### 2.1.4 *Controllo camere*

Come specificato in precedenza, la regia video ospita per ora il controllo camere.

I controlli remoti e il set-up centralizzato, che consente come già precisato il controllo di un numero assai più elevato delle attuali 5 catene camere, sono posizionati sul tavolo operativo. La visione delle singole immagini è affidata a monitori B/N da 6 pollici ma, per un controllo periodico del croma e per la messa a punto della calorimetria, tramite una matrice è possibile verificare le suddette immagini sul secondo ingresso dei monitori a colori sistemati superiormente al tavolo stesso e disposti, sul primo ingresso a ricevere rispettivamente l'uscita mixer, il bus fasi, il bus «monitorie» e il segnale RGB sequenziale, secondo lo schema di principio di figura 9. L'alzata del tavolo C.C. comprende la strumentazione sia per il controllo di livello, in composito oppure in R, G, B, di ogni singola catena camera, sia per il controllo generale del livello e delle fasi del segnale uscente dal mixer video.

## 3. **MIO o Messa In Onda**

In questo locale definito anche «controllo tecnico» del sistema produttivo, convergono e transitano tutti i segnali video, sia quelli generati nell'interno del centro di produzione, che quelli provenienti o destinati all'esterno.

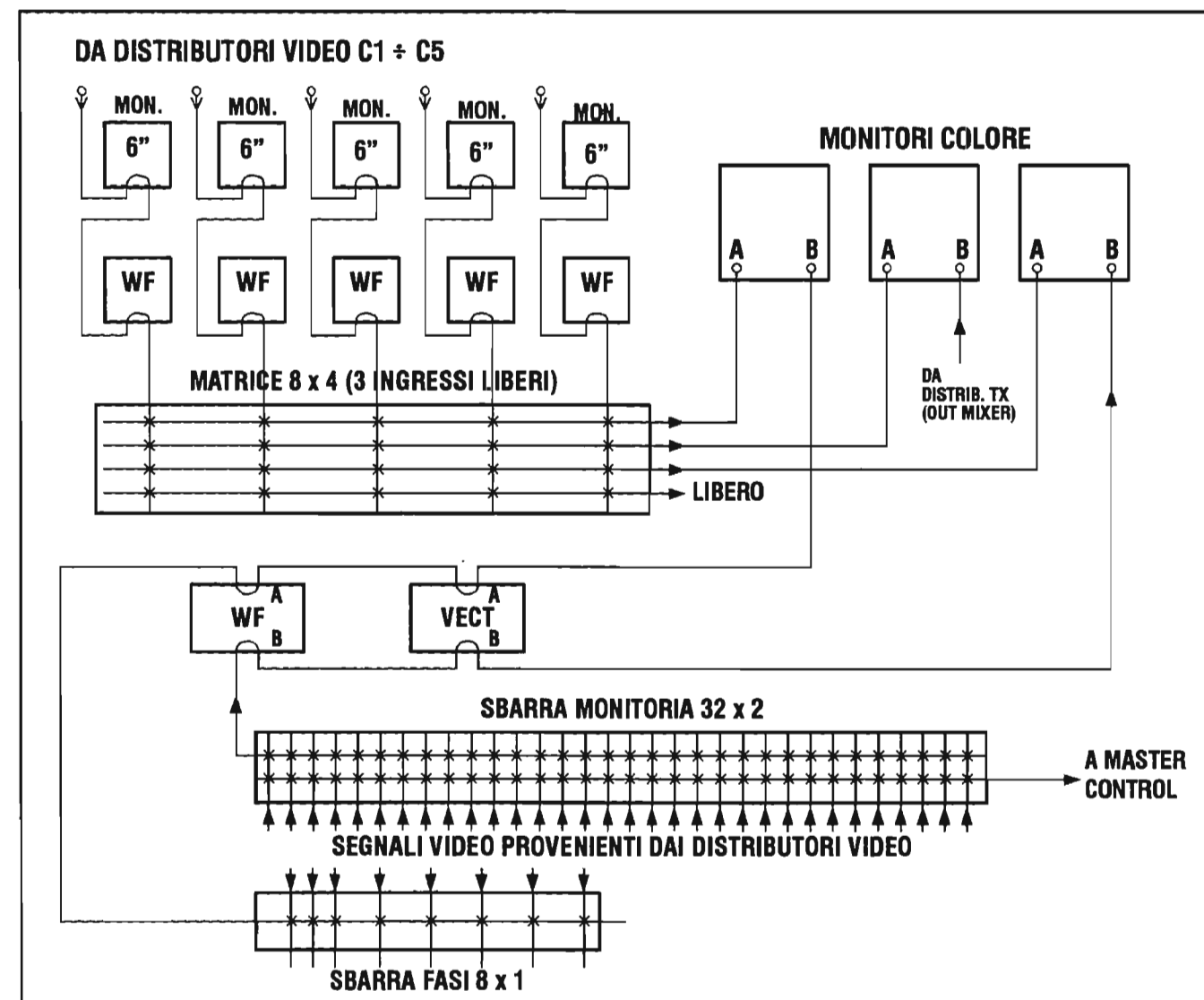
Vi sono ubicati inoltre quegli apparati comuni indispensabili al funzionamento del centro come:
generatori di impulsi e di test, generatore del monoscopio elettronico, distributori equalizzati video, distributori







Fig. 9 — Schema controlli camera e sbarre fasi e monitoria.

audio, sintonizzatore di elevata qualità, nonché tutti gli hardware degli apparati i cui comandi operativi sono localizzati in regia video (libreria digitale, effetti elettronici, mixer video, ecc.). Alcuni rack con apparati comuni e i C.C.U., sono riportati in figura 10.

I sezionatori video e audio necessari all'impostazione dei relativi segnali sulle varie linee fisiche nonché i controlli camera (hardware) e l'interfonico generale completano gli otto telai che formano la struttura del MIO. In quest'ultimi trovano posto parte degli apparati comuni radiofonici.

Il MIO è completato da un capiente banco operativo (vedi figura 11) che, oltre ai monitori e la strumentazione di controllo, contiene il «master control», i comandi delle sbarre di selezione monitoria (video, audio e segnali) nonché un'utenza dell'interfonico generale.

Compito del «master control» è di fornire con continuità, ossia anche quando non funzionano gli studi, l'informazione video-audio ai trasmettitori circolari e gestire i transiti eventuali da e verso l'esterno (ponte video dell'Eurovisione, ricezione satellite, contributi da ponti mobili).

La messa in onda di programmi registrati di durata medio-lunga viene pertanto gestita dal «master control» il quale può altresì mixare insieme a queste informazioni, quelle provenienti in modo diretto dallo studio delle News (per esempio un annuncio) o dalle salette VTR.

Esso consente anche l'invio in trasmissione del monoscopio e della nota, nelle ore di «prova» previste per gli installatori e per misure di controllo nell'area di utenza.

Questo particolare mixer semplificato permette inoltre l'inserzione diretta del marchio di riconoscimento dell'emittente, sul programma trasmesso.

La registrazione dall'Eurovisione di servizi giornalistici di contributo è gestita come detto, sempre dal «master control», che provvede a smistare verso i VTR liberi in quel momento, le informazioni provenienti dall'esterno. Completa l'assetto del MIO una serie di matrici audio/video idonee a servire le varie utenze come le salette di montaggio, la post-produzione e altri uffici di supporto con segnali monitori.

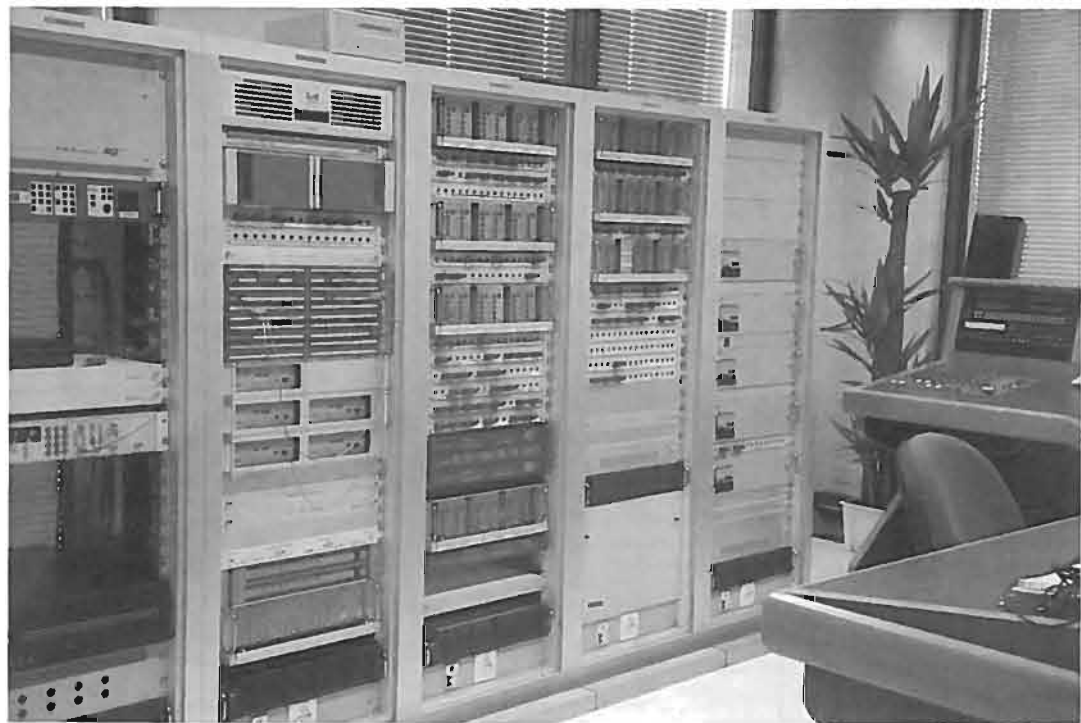



Fig. 10 — Particolare dei rack con gli apparati comuni ed i C.C.U.

## 4. Salette VTR di montaggio

Il sistema produttivo è completato da 4 salette VTR di cui una, più sofisticata delle altre è dedicata alla post-produzione, mentre le rimanenti, vengono utilizzate per i montaggi ENG classici. Tutte le salette sono collegate al MIO con collegamenti fisici equalizzati o, per quanto riguarda l'audio, tramite disaccoppiatori a traslatore.

Le salette ENG prevedono l'impiego di centraline semplificate che consentono il passaggio tra i vari contributi, non solo per stacco o dissolvenza, ma anche tramite alcuni effetti. Una macchina (Beta 75) è prefissata come «record» mentre i due player sono costituiti da un secondo VTR Beta 75 e da un BVU 950 in modo sia così assicurata la completezza dei formati.

Ogni saletta è corredata di matrice che consente ad ogni VTR anche la possibilità di registrare i contributi eventualmente inviati dal MIO.

La saletta di post-produzione, illustrata in figura 14, comprende due VTR Beta 75, un BVU 950 e due D2 (numerici).

Il «dialogo» tra le cinque macchine è affidato ad una centralina più complessa della precedente, che richiede esternamente la presenza di un mixer video e un mixer audio.

Tutti gli apparati, i VTR nonché i sette monitori e la strumentazione sono contenuti in un ampio tavolo operativo, studiato in modo che l'operatore possa agevolmente «caricare» le macchine, gestire la consolle e i due mixer.

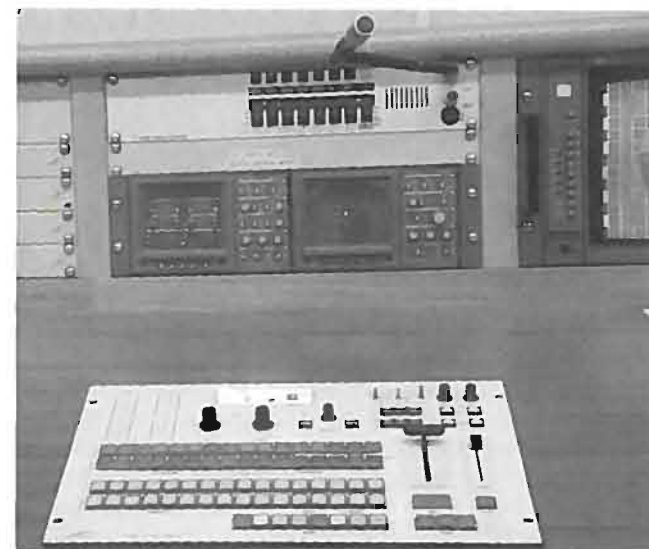
Fig. 11 — Tavolo operativo nella sala di Messa In Onda (MIO).







Fig. 12 — Tavolo operativo nella sala di Messa In Onda (MIO) con particolare del «master control».

Fig. 13 — Tavolo operativo nella sala di Messa In Onda (MIO) con particolare degli apparati radiofonici di programmazione.

La titolatrice e uno dei generatori di effetti elettronici, centralizzati al MIO, offrono il loro contributo alla saletta, per un completamento della lavorazione del prodotto televisivo.

I comandi di tre dei quattro VTR sono anche disponibili al MIO (ubicato nel locale adiacente) così da consentire il loro impiego, eventualmente come macchine di messa in onda e quindi gestite dal controllo tecnico. Tutti gli impianti di bassa frequenza televisiva, sono stati realizzati in tempi strettissimi da una azienda specializzata di Torino che opera da tempo nel settore delle telecomunicazioni.

## 5. Produzione radiofonica

La parte radio si compone di due regie autonome, una con studio separato, l'altra inglobato; ognuna può andare in onda separatamente ed è dotata di riproduttori/registratori, DAT, CD, nastro, cassette.

La regia A dispone di un banco a 24 ingressi e 6 canali di uscita della serie 30 Soundcraft, la regia B di un banco dello stesso tipo, ma a 16 ingressi e 4 canali di uscita.

La radiofonia dispone di un sistema di montaggio elettronico (editing) denominato DAR, il quale consente attraverso un touch-screen di montare il servizio senza ricorrere più al classico nastro, forbici e scotch. Questo sistema è inoltre dotato della funzione Time warp che consente di allungare o accorciare il materiale montato entro il tempo desiderato sino a un massimo del 30% del tempo totale di durata del servizio.

La messa in onda radiofonica può essere sia manuale che automatica attraverso un sistema denominato Media Teach, che consente di programmare la stazione da un minimo di un secondo ad un massimo di tempo assai elevato.

## 6. Trasmissione dell'informazione

Il sistema di trasmissione televisiva e radiofonica è composto da due impianti isofrequenza: uno collocato presso

Fig. 14 — Sala di post-produzione con centralina, mixer audio, mixer video.

la sede, della potenza di 2 kwatt per il TV e 10 kwatt per l'MF, l'altro a circa un chilometro, sull'altro versante del monte Titano, e collegato al primo attraverso la fibra ottica, con potenze di 10 kwatt per la TV e 5 kwatt per l'MF. Questa soluzione, che per la televisione rappresenta una delle prime applicazioni in Europa, si è resa necessaria data la particolarità del luogo, che non consentiva di realizzare strutture portanti (tralicci) molto alte da poter servire tutta l'area otticamente in vista. Il sistema isofrequenza TV è realizzato attraverso due impianti, uno dei quali pilota l'altro inviandogli, attraverso un collegamento in fibra ottica, la modulazione video trasposta a 38,9 MHz e quella audio a 33,4 MHz, nonché un 5 MHz di riferimento per l'up-converter sul canale di trasmissione.

L'impianto presso la sede è costituito da un trasmettitore da 2 kwatt dal quale, mediante un accoppiamento elettro-ottico, una parte del segnale viene convogliato su fibra ottica verso la postazione dell'altro impianto dove, attraverso trasduttori ottico-elettrici, viene estratto dalla fibra il segnale elettrico per essere amplificato e diffuso dal secondo trasmettitore da 10 kwatt; pertanto, il secondo trasmettitore è costituito dalla sola sezione amplificazione e up-converter.

A differenza dell'impianto televisivo, in cui viene inviato per fibra ottica un segnale a frequenza intermedia, successivamente amplificato e convertito alla frequenza operativa, nel caso dell'impianto MF, il segnale è inviato in fibra ottica direttamente alla frequenza operativa (cioè 102,7 MHz) per cui, giunto nel sito trasmittente, deve essere solamente amplificato.

Le due antenne TV dei due impianti isofrequenza sono state studiate in modo che i due diagrammi di irradiazione risultassero complementari tra loro e che comunque la zona di probabile interferenza fosse il costone del monte Titano che divide e scherma reciprocamente i due impianti.

Per la città di San Marino, che si trova proprio sul costone del monte, è stato previsto e realizzato un impianto ripetitore di piccola potenza sul canale 29, affinché il comune di San Marino risultasse ottimamente servito a prescindere da eventuali interferenze tra i due impianti.

Si sono così potuti ridurre del 50% i valori di campo elettromagnetico nelle zone limitrofe agli impianti. La riduzione dei campi elettromagnetici per quanto riguarda l'antenna posta a ridosso dell'Ufficio del Turismo è stata realizzata da una ditta specializzata di Milano con particolari accorgimenti di schermatura, ottenendo valori di campo molto al di sotto dei valori massimi previsti dalle norme I.R.P.A., norme alle quali anche lo Stato di San Marino ha aderito.

La struttura portante l'antenna TV-MF presso la sede è unica nel suo genere; si tratta infatti di una torre autoportante cilindrico-conica alta 40 metri, con una base di 2,80 metri, e che oltre i 20 metri in altezza mantiene una sezione costante di metri 1,20. È completamente rivestita in doghe di alluminio ed è interrotta a varie altezze da pannelli bianchi di 50 cm, in metacrilato trasparente, per dare luce di giorno all'interno della torre e irradiare luce di notte per la navigazione aerea (vedi figura 15).

Su questa torre è montata l'antenna MF a forma di elica, che avvolge la torre per gli ultimi 20 m, con un raggio di 3,5 m e uno spessore di 10 cm. Questo tipo di antenna, particolarmente usato negli Stati Uniti, presenta un elevato guadagno ed è selettiva e quindi non a larga banda, e consentirà alla Radiotelevisione della Repubblica di San Marino di servire tutta l'area prevista.

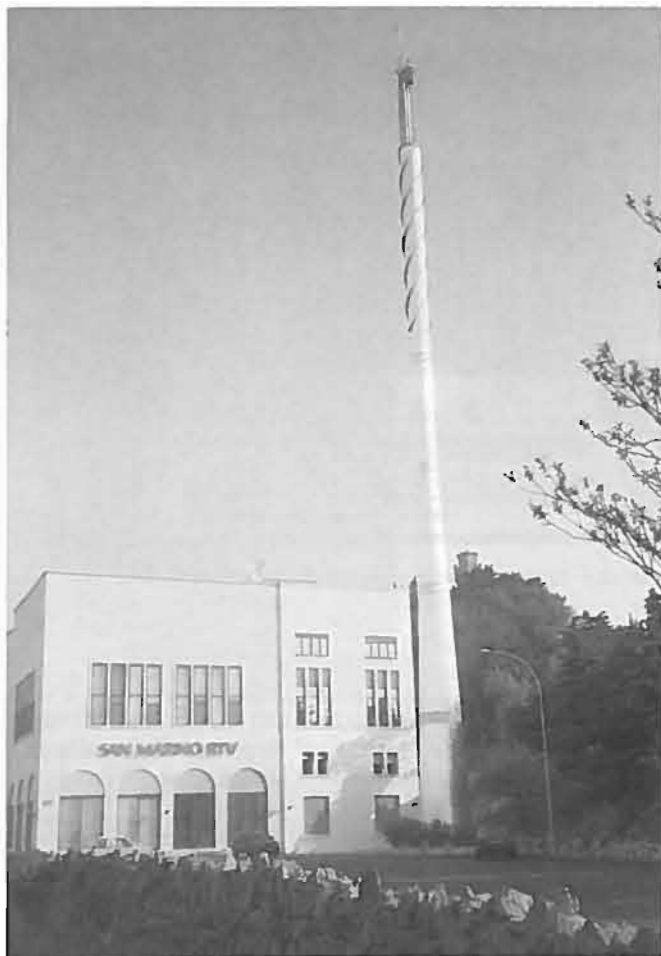



Fig. 15 — Antenna trasmittente posta presso il Palazzo dei Congressi.

### 7. Impianti tecnologici e ausiliari

La centrale elettrica che deve alimentare l'intero complesso, possiede un potenziale di 650 KVA; esiste un progetto per estenderlo a 1 MVA. Essa è dotata di un gruppo elettrogeno da 120 KVA e in un futuro molto prossimo verrà fornita di un complesso di continuità da 500 KVA.

L'impianto di condizionamento è stato realizzato per garantire una potenza di 200 kcal. e permette di avere in tutti i locali la miscelazione di aria calda/fredda, con livelli di rumorosità contenuti entro i meno 40dB.

Per i collegamenti telefonici, la sede è collegata attraverso cento coppie in rame e otto fibre ottiche al resto della rete pubblica dello Stato. Essendo questa una rete numerica, sarà possibile alla San Marino RTV, ricevere contributi telefonici, per ora solo all'interno della Repubblica, con la medesima qualità del compact-disc; sarà inoltre possibile attraverso le fibre ottiche, ricevere e trasmettere contributi audio/video dai vari injection point, che saranno realizzati all'interno dello Stato.

(4105)



# CODIFICA DEL SEGNALE TELEVISIVO NUMERICO: MASCHERAMENTO DEGLI ERRORI RESIDUI DI CANALE

M. STROPPIANA, N. ZENONI*

*SOMMARIO — Il sistema di codifica DCT ibrido, sviluppato nell'ambito del progetto EU256, è stato illustrato in vari articoli precedenti. Il presente articolo analizza il comportamento di tale sistema in presenza di errori non riconosciuti dal FEC (Forward Error Correction) e indica la possibilità di migliorarne il comportamento in particolare con canali ad alto tasso di errore, condizione in cui il FEC non riesce più a lavorare efficacemente e quindi non è più in grado di garantire un'immagine non degradata. La distribuzione statistica dell'errore di canale può essere, random od a burst, mentre quella dell'errore residuo dopo il FEC è principalmente a burst, specialmente se si utilizza una decodifica di Viterbi. Si sono quindi considerate entrambe le distribuzioni statistiche d'errore e si è simulata una probabilità d'errore residuo, all'uscita del FEC, pari a $10^{-3}$. Uno dei risultati più rilevanti, ottenuti sulla base di analisi statistiche e valutazioni soggettive, è stato il determinare che le principali informazioni sulla presenza degli errori si possono ricavare dalla struttura di trama, senza ulteriore aggiunta di bit di ridondanza.*

*SUMMARY — **Digital TV signal coding: concealment of residual channel errors.** The hybrid DCT coding has been developed in the Eureka 256 framework and has been described in previous papers. This article analizes its behaviour with high rate channel errors, in which the FEC (Forward Error Correction) does not work properly and a high amount of errors is present at its output. The channel can be affected by random and burst errors, but only burst errors are present at the output of a FEC or a Viterbi decoder. Random and burst error distributions have been considered with a bit error rate equal to $10^{-3}$. Hence, the conditions of presence and absence of the FEC has been taken into account. The investigation showed that the most annoying errors can be detected using the features of the VLC and of the video frame structure.*

### 1. Introduzione

L'algoritmo di codifica sviluppato in Eureka 256 utilizza la trasformata DCT ibrida. Ogni semiquadro dell'immagine viene suddiviso in blocchi 8 × 8 e poi, ad ognuno di tali blocchi (modo intra-field) o ad una loro differenza rispetto ad un blocco di predizione ottenuto dai semiquadri precedenti (modi inter-field ed inter-frame), si applica la trasformata coseno discreta (DCT). I valori trasformati sono quantizzati in modo adattativo in dipendenza del grado di riempimento di un buffer di canale, sono scanditi lungo un percorso a zig-zag del blocco e sono poi codificati mediante sequenza (run-length) di zeri e mediante codice a lunghezza variabile progettato in base alla distribuzione statistica dei coefficienti DCT quantizzati. La fine di ogni blocco è individuata da un simbolo di fine blocco (EOB) che ingloba anche l'ultima sequenza di zeri incontrata lungo il percorso di scansione (bibl. 1).

A causa della codifica a lunghezza variabile, l'eventuale errore di canale può propagarsi spazialmente; inoltre, esso può anche propagarsi temporalmente da quadro a quadro a causa della codifica ibrida, predizioni inter-field e inter-frame.

La propagazione temporale dell'errore può essere limitata forzando periodicamente il codificatore ad operare in modo intra-field eseguendo così un «refresh» dell'immagine. La propagazione spaziale dell'errore può invece essere ridotta sfruttando le caratteristiche della struttura di trama del sistema di codifica e le potenzialità del VLC impiegato. In particolare, utilizzando il B-code, l'errore può essere confinato all'interno del simbolo oppure propagarsi al solo simbolo successivo quando è colpito un bit di continuità del codice. Questo comporta, in particolare, la suddivisione di un simbolo di codice in altri due, oppure la fusione di due in uno.

A causa della suddivisione dell'immagine in blocchi 8 × 8 e dell'applicazione della DCT, l'errore su uno o più coefficienti DCT in un blocco si manifesta sull'immagine come una alterazione dell'intero blocco ed è quindi generalmente visibile.

Se l'errore invece genera o cancella un simbolo di fine blocco, si altera il numero di blocchi per strisciata e si genera una visibile traslazione dell'immagine lungo la strisciata (raggruppamento di 8 righe consecutive). Contando il numero di blocchi per strisciata si può individuare la presenza dell'errore, ma non la sua localizzazione all'interno della stessa. La localizzazione dell'errore può avvenire utilizzando due simboli di fine blocco generati da un generatore pseudo casuale azzerato all'inizio di ogni

* Dott. Mario Stroppiana e ing. Nicola Zenoni del Centro Ricerche RAI - Torino.

Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 28 aprile 1993.

quadro. Il ricevitore confronta la sequenza di fine blocco ricevuta con quella generata localmente ed individua la posizione del blocco cancellato o creato. In tale modo, si può ottenere una corretta sincronizzazione dell'intera strisciata. Inoltre il blocco mancante può essere sostituito con il blocco decodificato e corrispondente del quadro precedente (bibl. 2).

Le caratteristiche dell'algoritmo di codifica e della struttura di trama possono fornire informazioni utili per la rivelazione di ulteriori errori residui di canale. Infatti, l'errore può provocare simboli non ammessi dal VLC (B-code) usato, ad esempio parole più lunghe di 18 bit, generare valori di coefficienti DCT fuori dalla dinamica del quantizzatore, creare blocchi contenenti più di 64 coefficienti, ecc. Il presente articolo illustra proprio il modo di utilizzo di queste informazioni al fine di migliorare l'immagine affetta da errori. Una volta rivelato l'errore su una parte dell'immagine si pone il problema di come eliminarlo o mascherarlo. Una tecnica impiegata di mascheramento consiste nel sostituire la parte d'immagine errata con un'altra parte d'immagine simile, per esempio quella nella stessa posizione nel quadro precedente. Tale operazione è abbastanza delicata in quanto potrebbe degradare ulteriormente l'immagine invece di migliorarla. Infatti, in alcuni casi l'errore causa un'alterazione poco visibile dell'immagine, mentre la sua sostituzione potrebbe provocare un peggioramento percettibile. Risulta quindi importante individuare gli errori di trasmissione molto visibili, e su questi effettuare l'operazione di mascheramento; gli errori poco visibili vengono visualizzati.

L'attività di ricerca si è quindi svolta in più direzioni: si è determinato il peso degli errori sui singoli dati, coefficienti DCT, modi di codifica, fattore di scalamento dei coefficienti (detto nel seguito fattore di trasmissione), e si è migliorata la tecnica di mascheramento (miglioramento della predizione della parte d'immagine corrotta), sfruttando al massimo le informazioni fornite dalla struttura di trama e dal VLC per la rivelazione degli errori.

## 2. Sensibilità dei singoli dati all'errore di trasmissione

È stato condotto uno studio preliminare sul degradamento della qualità dell'immagine causato dalla presenza di errori sui coefficienti DCT, allo scopo di evidenziare due tipi diversi di dati: quelli che, colpiti da errore, producono difetti maggiormente visibili, ad esempio un errore che colpisce il coefficiente di continua, e quelli che producono difetti meno percettibili, ad esempio errori che colpiscono i coefficienti DCT relativi alle frequenze più elevate (bibl. 3 e 4).

Per questioni di comodità nel considerare il blocco DCT di un'immagine si farà riferimento alla matrice associata (**A**), di dimensioni $8 \times 8$; il generico coefficiente DCT della matrice sarà indicato con $a_{ij}$.

Sono stati introdotti due tipi distinti di errori:

- *errore sui coefficienti DCT dell'immagine, codificati con codice a lunghezza variabile.*
- *errore sulle informazioni aggiuntive: modi di codifica, fattori di trasmissione, che sono codificati con codici a lunghezza fissa* (bibl.2).

Sono state considerate separatamente le componenti di luminanza e crominanza.

### 2.1 Visibilità dell'errore sui singoli coefficienti DCT

Viene introdotto l'errore sul singolo bit di ogni coefficiente DCT individuando le seguenti situazioni di errore:

- $a_{ij}+1$: *errore introdotto sul bit meno significativo;*
- $a_{ij}+2$: *errore introdotto sul 1° bit a partire dal meno significativo;*
- $a_{ij}+4$: *errore introdotto sul 2° bit a partire dal meno significativo;*
- $a_{ij}+2^k$: *errore introdotto sul k-esimo bit a partire dal meno significativo.*

Nelle figure 1 e 2 è riportato per alcuni coefficienti (quelli ritenuti maggiormente rappresentativi) relativi alla componente di luminanza e di crominanza, il numero di bit più significativi che occorre proteggere da errore per garantire una qualità «2» o «3» dell'immagine secondo la scala di qualità CCIR a 5 gradini.

Per il coefficiente relativo alla componente continua si richiede la massima protezione; si suppone pertanto di non introdurre su questo alcun errore.

$$\begin{bmatrix} DC & 9 & 8 & 8 & 8 & 7 & 6 & 5 \\ 9 & 9 & & & & & & 4 \\ 9 & & 8 & & & & & 4 \\ 8 & & & 6 & & & & \\ 8 & & & & 6 & & & \\ 7 & & & & & 5 & & \\ 6 & & & & & & 4 & \\ 6 & 6 & 5 & 4 & & & & 4 \end{bmatrix}$$

Fig. 1 — Matrice associata ai coefficienti DCT in un blocco di immagine relativi alla componente di luminanza; per alcuni di essi è indicato il numero di bit più significativi che occorre proteggere da errore. Il coefficiente $a_{11}$, relativo alla componente continua è indicato con la sigla DC (Direct Component) e si suppone di garantire per esso la protezione più accurata.

$$\begin{bmatrix} DC & 8 & & & & & & \\ 8 & 8 & & & & & & \\ 8 & & 8 & & & & & \\ 8 & & & 7 & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \end{bmatrix}$$

Fig. 2 — Matrice associata ai coefficienti DCT di un blocco di immagine relativi alla componente di crominanza; per alcuni di essi è indicato il numero di bit più significativi che occorre proteggere da errore. Il coefficiente $a_{11}$, relativo alla componente continua è indicato con la sigla DC (Direct Component) e si suppone di garantire per esso la protezione più accurata.







### 2.2 Visibilità dell'errore sulle informazioni aggiuntive

Il modo di codifica indica se un quadriblocco è codificato in intra-field, inter-field od inter-frame.

Sono state fatte alcune simulazioni per verificare l'effetto prodotto sull'immagine quando tale parametro risulta affetto da errore e, come era logico attendersi, si è verificato che tale informazione richiede il più alto grado di protezione.

Considerazioni analoghe valgono per il fattore di trasmissione, parametro che è legato all'occupazione del buffer e determina la finezza del quantizzatore assegnato a tutti i quadriblocchi appartenenti ad una striscia di immagine (gruppo di 8 righe video). Almeno i 6 bit più significativi, degli 8 impiegati per la rappresentazione, richiedono una protezione molto accurata.

### 2.3 Ipotesi su una strategia elementare di mascheramento

Sulla base dei risultati riportati precedentemente, relativi alla visibilità degli errori sui singoli coefficienti DCT (vedi figure 1 e 2), sono state realizzate alcune prove per valutare una semplice strategia di mascheramento, «concealment», degli errori che colpiscono coefficienti DCT differenti.

In caso di immagine affetta da errori si forzano a zero i coefficienti DCT relativi alle alte frequenze spaziali, lasciando inalterati i coefficienti appartenenti a sottomatrici triangolari di **A** che contengono la continua, coefficiente $a_{11}$, e quelli di bassa frequenza spaziale. È noto in particolare che l'occhio risulta meno sensibile alle frequenze spaziali più elevate e che le frequenze puramente orizzontali e verticali sono visivamente più importanti di quelle diagonali.

Si illustrano le prove effettuate indicando semplicemente l'ordine della sottomatrice di **A** i cui coefficienti non sono stati azzerati.

Luminanza

1) *sottomatrice triangolare di dimensione $4 \times 4$*
2) *sottomatrice triangolare di dimensione $5 \times 5$*
3) *sottomatrice triangolare di dimensione $6 \times 6$*

Crominanza

1) *sottomatrice triangolare di dimensione $2 \times 2$*
2) *azzeramento di tutti i coefficienti tranne $a_{11}$*

È stato verificato, su 11 frame della sequenza «Renata», che nel caso della luminanza è sufficiente mantenere 21 coefficienti su 64 diversi da 0 per garantire una qualità accettabile (condizione 3); mentre nel caso della crominanza è sufficiente mantenere 3 soli coefficienti diversi da 0 (condizione 1) (bibl. 3 e 4).

Coefficienti DCT che devono essere trasmessi sono ottenuti dalla matrice **A**, partendo dall'elemento di continua, secondo un particolare percorso di scansione a zig-zag (bibl. 5 e 6).

In realtà i risultati ottenuti in questa prima parte non forniscono utili suggerimenti per la trasmissione del segnale video a bassi bit-rate; ciò è attribuibile al fatto che a basso bit-rate, inferiore od uguale ad 1 bit/pel, molta ridondanza è già stata soppressa e pressoché tutta l'informazione coincide con quella più sensibile alla presenza di errori. Inoltre, bisognerebbe introdurre un codice capace di rilevare la presenza di errori in ogni blocco e questo richiederebbe l'inserimento di parecchi bit di ridondanza.

## 3. Sensibilità agli errori dei singoli bit del flusso di dati (data stream)

Si sono eseguite simulazioni su 11 frame della sequenza «Renata» (esattamente dal frame 2 al frame 12), ad un bit-rate di circa 1 bit/pel; per avere indicazioni attendibili sul comportamento del sistema in presenza di errori, questi sono stati introdotti su tutti i frame considerati eccetto il primo, che si suppone trasmesso correttamente.

Il sistema di codifica e la struttura di trama sono quelle definite in EU-256 (bibl. 1 e 2), il codice a lunghezza variabile utilizzato (VLC, Variable Length Code) è il B-code (bibl. 7).

Le simulazioni sono state realizzate a fattore di trasmissione costante e si sono articolate in due fasi: senza compensazione e con compensazione del movimento.

In entrambi i casi gli errori sono stati introdotti con una probabilità di occorrenza di $10^{-3}$ e distribuiti in modo casuale (errori random) ed a pacchetti (errori a burst). La durata dei burst di errore è risultata, mediamente, inferiore a 20.

Gli errori introdotti possono produrre variazioni dei valori dei coefficienti DCT quantizzati e codificati oppure una variazione del loro numero.

Il B-code è un codice a lunghezza variabile ed è caratterizzato da una struttura particolarmente semplice: le parole di codice sono costituite da coppie di bit e la loro lunghezza varia da 2 a 18. Il primo bit di ogni coppia è detto bit di continuità ed indica se la parola di codice continua o finisce, mentre il secondo bit è un bit di informazione.

Anche le sequenze di zeri sono codificate con parole appartenenti al B-code.

In particolare, i coefficienti che si trovano alla fine del percorso di scansione del blocco si riferiscono alle componenti di alta frequenza e quindi hanno una probabilità elevata di essere nulli. Si preferisce quindi non inviare la parola corrispondente all'ultima sequenza di zeri, se presente, ma utilizzare un simbolo opportuno per indicare la fine del blocco; tale simbolo di fine blocco è indicato con il simbolo EOB (End Of Block).

In relazione al tipo particolare di codice utilizzato è risultato immediato discriminare tra due situazioni di errori a seconda che il bit affetto da errore fosse un bit di continuità o di informazione.

Nel primo caso la parola errata può dar luogo a due parole di codice, oppure due parole di codice possono essere trasformate in un'altra parola di codice; nel secondo caso, invece, l'errore non si propaga, ovvero rimane invariata la corretta divisione delle parole, ma viene decodificato un simbolo diverso da quello originario.

Il sistema di co-decodifica esaminato è in grado di rilevare, in fase di decodifica, alcune situazioni di errore mediante appositi controlli resi possibili dalle proprietà del VLC, del quantizzatore e delle parole di EOB utiliz-

zate; in questi casi viene forzato automaticamente il mascheramento del blocco errato mediante sostituzione con il corrispondente relativo al field o frame precedente. Vengono classificati differenti tipi di errore in dipendenza del modo con cui essi vengono rivelati.

L'errore può generare la perdita o la creazione di EOB (errori di tipo 1 e di tipo 2), può dar luogo alla generazione di un blocchetto che contiene più di 64 coefficienti (errore di tipo 3), può generare parole di codice non presenti nella tabella di codifica (errore di tipo 4).

Inoltre il quantizzatore impiegato presenta le seguenti caratteristiche:

1) *il campo dei valori possibili varia tra -639 e 639, mentre il valore della parole di codice disponibili varia da -733 a 733 [5,6];*
2) *il massimo valore dei coefficienti DCT, dopo lo scalamento inverso, è espresso su 12 bit.*

Se le condizioni *1* e *2* non sono verificate, il blocchetto in esame viene inoltre segnalato come errato (errori di tipo 5 e tipo 6).

Tutte queste situazioni di errore sono automaticamente riconosciute dal decodificatore e danno luogo ad una segnalazione di blocco errato.

Può verificarsi che in un blocchetto siano presenti errori multipli; in tal caso viene prodotta una sola segnalazione di errore; ciò spiega la leggera discrepanza che talvolta si osserva confrontando tra loro i numeri riportati nella prima colonna delle tabelle.

### 3.1 SISTEMA DI CODIFICA SENZA COMPENSAZIONE DI MOVIMENTO

Le simulazioni sono state condotte a fattore di trasmissione costante uguale a 80, corrispondente ad un bit-rate medio di circa 0,9 bit/pel, ed i risultati sono relativi ad errori distribuiti sia in modo random che a burst.

I bit delle singole parole del codice B-code si possono differenziare in due classi: i bit di continuità e quelli d'informazione. Come già detto nell'introduzione e come riportato in bibliografia 2, l'effetto degli errori si può manifestare in modo differente a seconda della classe di appartenenza del bit colpito. Si è quindi pensato di analizzare distintamente gli errori che colpiscono i bit di continuità, da quelli che colpiscono i bit d'informazione.

Per ogni ciclo di simulazioni si sono pertanto analizzate le seguenti 3 configurazioni di errore:

TABELLA 1
STATISTICHE RELATIVE A 3 CONFIGURAZIONI DISTINTE DI ERRORI RANDOM: SUI SOLI BIT DI CONTINUITÀ, SUI SOLI BIT DI INFORMAZIONE E SU ENTRAMBI I TIPI DI BIT

| Tipo di bit errato | blocchi errati introdotti | blocchi errati rivelati | blocchi errati non rivelati | blocchi errati rivelati (%) |
|---|---|---|---|---|
| continuità | 1855 | 656 | 1199 | 35 |
| informazione | 1838 | 486 | 1352 | 26 |
| entrambi | 3645 | 1140 | 2505 | 31 |

TABELLA 2
STATISTICHE RELATIVE A 3 CONFIGURAZIONI DISTINTE DI ERRORI A BURST: SUI SOLI BIT DI CONTINUITÀ, SUI SOLI BIT DI INFORMAZIONE E SU ENTRAMBI I TIPI DI BIT

| Tipo di bit errato | blocchi errati introdotti | blocchi errati rivelati | blocchi errati non rivelati | blocchi errati rivelati (%) |
|---|---|---|---|---|
| continuità | 892 | 447 | 445 | 50 |
| informazione | 933 | 415 | 518 | 44 |
| entrambi | 1066 | 544 | 522 | 51 |

- *errori sui soli bit di continuità* $(P(e) = 0{,}5\ 10^{-3})$
- *errori sui soli bit di informazione* $(P(e) = 0{,}5\ 10^{-3})$
- *errori su entrambi i tipi di bit* $(P(e) = 10^{-3})$

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati il numero totale di blocchi affetti da errore, il numero di blocchi in cui si è rivelato l'errore ed il numero di blocchi in cui l'errore non è stato rivelato, rispettivamente nelle tre condizioni di errore indicate precedentemente. La distribuzione degli errori è stata considerata random in tabella 1 ed a burst in tabella 2.

Dalla tabella 1 risulta che la percentuale di blocchi errati rivelati è pari a circa il 31%; inoltre se gli errori colpiscono i bit di continuità viene rivelata una percentuale di blocchi errati (circa 35%) sensibilmente maggiore che nel caso in cui siano colpiti solo i bit di informazione (circa 26%). Questi risultati non sono tali da giustificare la scelta di un differente livello di protezione per i due tipi di bit. Valutazioni soggettive hanno invece evidenziato che gli effetti prodotti dagli errori non rivelati sui bit di continuità sono più fastidiosi di quelli prodotti da errori sui bit di informazione.

Nella tabella 2 aumentano decisamente le percentuali dei blocchi errati rivelati. Ciò accade, essenzialmente perché la distribuzione a burst di errori tende a concentrare un numero elevato di errori su uno stesso blocco, riducendo sensibilmente il numero di blocchi errati introdotti. Anche in questo caso si rivela una percentuale sensibilmente superiore di blocchi affetti da errore quando l'errore colpisce il bit di continuità; d'altra parte, il degradamento provocato dai blocchi in cui non è stato rivelato l'errore è, in quest'ultimo caso, maggiore del degradamento provocato dai blocchi con errore sui bit d'informazione.

Nelle tabelle 3 e 4 si riporta la frequenza dei vari tipi

TABELLA 3
FREQUENZA STATISTICA DEI TIPI D'ERRORE RANDOM RIVELATI DAL DECODIFICATORE. ERRORI SUI SOLI BIT DI CONTINUITÀ, SUI SOLI BIT DI INFORMAZIONE E SU ENTRAMBI I TIPI DI BIT

| Tipo di bit errato | tipo 1 | tipo 2 | tipo 3 | tipo 4 | tipo 5 | tipo 6 | errori rivelati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| continuità | 484 | 125 | 28 | 1 | 3 | 15 | 656 |
| informaz. | 367 | 89 | 1 | 0 | 0 | 29 | 487 |
| entrambi | 851 | 213 | 29 | 1 | 3 | 43 | 1140 |





TABELLA 4
FREQUENZA STATISTICA DEI TIPI D'ERRORE A BURST RIVELATI DAL DECODIFICATORE: ERRORI SUI SOLI BIT DI CONTINUITÀ, SUI SOLI BIT DI INFORMAZIONE E SU ENTRAMBI I TIPI DI BIT

| Tipo di bit errato | tipo 1 | tipo 2 | tipo 3 | tipo 4 | tipo 5 | tipo 6 | errori rivelati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| continuità | 363 | 57 | 12 | 0 | 2 | 13 | 447 |
| informaz. | 324 | 67 | 6 | 0 | 0 | 18 | 415 |
| entrambi | 452 | 68 | 10 | 0 | 1 | 13 | 544 |

d'errore che hanno originato un blocco errato rivelato dal decodificatore; la tabella 3 si riferisce ad errori random, e la tabella 4 ad errori a burst. Il tipo d'errore è già stato parzialmente descritto al paragrafo 3; una classificazione completa è riportata in tabella 5.

TABELLA 5
DESCRIZIONE DEI TIPI DI ERRORE

| | Legenda |
|---|---|
| tipo 1 | Perdita di simboli di fine blocco (EOB) |
| tipo 2 | Creazione di nuovi simboli di fine blocco (EOB) |
| tipo 3 | Blocchetto con più di 64 coefficienti |
| tipo 4 | Parola di codice non presente in tabella |
| tipo 5 | Valore coeff. DCT quantizzato non permesso |
| tipo 6 | Valore coeff. DCT superiore range massimo |
| tipo 7 | Errore su coeff. DCT relativo a comp. continua |
| tipo 8 | Errore su bit di continuità |
| tipo 9 | Errore su bit di informazione |

Molto rilevanti dal punto di vista del deterioramento della qualità soggettiva dell'immagine sono gli errori che colpiscono il coefficiente DCT relativo alla componente continua; tale genere di errore produce infatti blocchetti uniformi.

In tabella 6 è riportato il numero di blocchetti affetti da tale errore distribuito, in modo casuale, solo sui bit di

TABELLA 6
STATISTICHE RELATIVE A 3 CONFIGURAZIONI DISTINTE DI ERRORI RANDOM SULLA CONTINUA: SUI SOLI BIT DI CONTINUITÀ, SUI SOLI BIT DI INFORMAZIONE E SU ENTRAMBI I TIPI DI BIT

| Tipo di bit errato | totale errori introdotti | errore tipo 7 | errore tipo 7 (%) |
|---|---|---|---|
| continuità | 1855 | 268 | 14,5 |
| informazione | 1838 | 283 | 15,5 |
| entrambi | 3645 | 546 | 15 |

continuità, solo su quelli d'informazione oppure su entrambi.

Dopo aver analizzato i vari tipi di errore, che a volte possono deteriorare anche pesantemente la qualità dell'immagine, si sono considerate tecniche di mascheramento dell'errore.

Tali tecniche consistono nel sostituire un blocco od un gruppo di blocchi affetti da errori con una predizione opportuna, riducendo il degradamento visibile dovuto agli errori residui. I valori di predizione sono comunque disponibili nel decodificatore; infatti durante il normale funzionamento del codificatore si utilizzano, come predizione, i campioni video dei due semiquadri precedenti (modi inter-field e inter-frame). I campioni ottenibili da dati affetti da errore possono essere sostituiti dai campioni video corrispondenti appartenenti al quadro precedente se il blocco errato è stato codificato in modo inter-frame, oppure da quelli appartenenti al semiquadro precedente se il blocco errato è stato codificato in modo intra-field o inter-field.

In questa fase si è eseguita l'operazione di mascheramento a livello di singolo blocco nei casi in cui il decodificatore è in grado di riconoscere l'errore in modo automatico (per gli errori classificati come tipo 1, tipo 2, ..., tipo 6); successivamente è stato forzato il mascheramento, a livello di blocco, anche nel caso di errori di tipo 7 e per errori che colpiscono i bit di continuità. La qualità dell'immagine ottenuta, applicando congiuntamente i vari tipi di mascheramento, produce l'annullamento delle principali fonti di disturbo e risulta notevolmente migliorata, come si può vedere dalle fotografie riportate in Appendice A, anche se non può essere giudicata ancora di livello soddisfacente.

È evidente che, in presenza di movimento, la sostituzione operata comporta comunque un degradamento, che si localizza principalmente nelle aree dell'immagine caratterizzate da elevato dettaglio. Infatti, a differenza del caso di decodifica secondo i normali modi inter in cui si utilizza l'errore di predizione trasmesso, in questo caso si sostituiscono semplicemente i campioni video ritenuti errati con i valori di predizione, generalmente diversi da quelli effettivi.

### 3.2 SISTEMA DI CODIFICA CON COMPENSAZIONE DI MOVIMENTO

In questa fase si valuta il miglioramento dell'immagine affetta da errori, in seguito all'applicazione delle tecniche di mascheramento effettuate tenendo conto dei vettori movimento valutati per i singoli quadriblocchi.

I vettori movimento utilizzati per l'operazione di mascheramento degli errori sono gli stessi utilizzati nel sistema di codifica per il modo inter-frame. Il blocco affetto da errore viene sostituito da quello preso dal frame precedente lungo la direzione indicata del vettore movimento, se il blocco è stato codificato nel modo inter-frame, oppure viene sostituito con quello interpolato del field precedente se il blocco è stato codificato in modo intra-field o inter-field.

Dalle fotografie riportate in Appendice B si può vedere il miglioramento del processo di mascheramento ottenibile utilizzando i vettori movimento.

L'applicazione della compensazione del movimento nel

sistema di codifica aumenta notevolmente l'efficienza di codifica, riducendo il bit-rate medio a parità di fattore di trasmissione e quindi a parità di rapporto S/N sull'immagine codificata. Si sono quindi eseguite varie simulazioni a differenti fattori di trasmissione costante; i valori corrispondenti di bit-rate medio sono riportati in tabella 7.

TABELLA 7
FATTORI DI TRASMISSIONE UTILIZZATI NELLE SIMULAZIONI E BIT-RATE ASSOCIATI

| FT | bit rate |
|---|---|
| 68 | 1,3 |
| 72 | 1 |
| 80 | 0,6 |

È evidente che per poter fare un confronto a parità di bit-rate con i risultati ottenuti senza compensazione del movimento, bisogna fare riferimento alla simulazione ottenuta nel caso FT = 72.

Le simulazioni analizzate in questa sezione sono state effettuate a fattore di scalamento, e quindi di trasmissione, costante e con la tecnica di compensazione del movimento, che utilizza per determinare i vettori movimento un'area di ricerca (Search Area) pari a + /- 15,5 pixel nella direzione orizzontale e + /- 7,5 righe nella direzione verticale. Si sono ancora presi come riferimento 11 frame della sequenza «Renata», che verranno utilizzati anche nel seguito.

Distingueremo anche qui due casi per la statistica degli errori introdotti: errori distribuiti in modo casuale ed a pacchetti con durata dei pacchetti di errore mediamente inferiore a 20. Entrambe le distribuzioni di errore hanno una probabilità pari a $10^{-3}$.

In tabella 8 si riportano le statistiche relative a tutti i tipi di errori introdotti per i diversi valori di FT sopra indicati. Verranno indicati con tipo 8 e tipo 9 gli errori che colpiscono rispettivamente i bit di continuità e di informazione e che non originano tipi d'errore classificati da 1 a 7 (vedere tabella 5).

Il simulatore sviluppato per la parte di sistema relativa all'inserimento degli errori, fa corrispondere dunque, in modo univoco, ad ogni blocco errato una segnalazione appropriata; nel caso in cui un errore sia riconosciuto contemporaneamente da due diversi segnalatori di tipo, si risolve l'ambiguità segnalando l'errore di tipo inferiore, ad esempio un errore che cade sul coefficiente di continua viene indicato come tipo 7, indipendentemente dal fatto che sia interessato da errore un bit di continuità o di informazione. Inoltre può verificarsi che all'interno di un blocco cadano errori multipli; anche in tal caso viene prodotto, per quel blocco, la sola segnalazione di errore relativa al tipo inferiore.

Nella tabella 8 si riporta la distribuzione dei blocchi errati in funzione del tipo d'errore verificatosi, facendo riferimento ad una statistica di errore di tipo random. La tabella 9 riporta la statistica dei tipi d'errore nei vari blocchi con errori distribuiti a burst.

I risultati riportati nelle tabelle 7, 8 e 9 indicano una diminuzione del numero di blocchi affetti da errore al diminuire del bit-rate. La percentuale di errori rivelati aumenta al diminuire del bit-rate. In particolare aumenta il numero di errori rivelati come tipo 1, perdita di EOB, e tipo 7, errore sulla continua. Questo è dovuto al fatto che il simbolo di fine blocco ed il valore della continua hanno un numero di bit pressoché indipendente dal valore del bit-rate e quindi la percentuale di bit ad essi destinata aumenta con la riduzione del bit-rate.

Si può infine notare che la percentuale di errori rivelati è decisamente più elevata nel caso di errori a burst, che risultano quindi meno critici di quelli random.

TABELLA 8
STATISTICHE RELATIVE AI VARI TIPI DI ERRORE RANDOM, CON PROBABILITÀ $P(E) = 10^{-3}$ SU 10 FRAME DELLA SEQUENZA «RENATA», CON DIFFERENTI VALORI DEL FATTORE DI TRASMISSIONE

| | FT = 68 | | FT = 72 | | FT = 80 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| tipo di errore | n. blocchi errati | % blocchi errati | n. blocchi errati | % blocchi errati | n. blocchi errati | % blocchi errati |
| tipo 1 | 940 | 19 | 922 | 24 | 836 | 34,5 |
| tipo 2 | 339 | 6,8 | 245 | 6,5 | 123 | 5 |
| tipo 3 | 55 | 1 | 21 | 0,5 | 6 | — |
| tipo 4 | 0 | — | 0 | — | 0 | — |
| tipo 5 | 1 | — | 1 | — | 3 | — |
| tipo 6 | 5 | — | 4 | — | 21 | 1 |
| tipo 7 | 436 | 8,7 | 394 | 10,2 | 430 | 18 |
| tipo 8 | 1541 | 31 | 1082 | 28 | 452 | 19 |
| tipo 9 | 1681 | 33,5 | 1188 | 30,8 | 547 | 22,5 |
| Tot. blocchi errati | 4998 | 100 | 3875 | 100 | 2418 | 100 |

TABELLA 9
STATISTICHE RELATIVE AI VARI TIPI DI ERRORE A BURST, CON PROBABILITÀ $P(E) = 10^{-1}$ SU 10 FRAME DELLA SEQUENZA «RENATA», CON DIFFERENTI VALORI DEL FATTORE DI TRASMISSIONE

| | FT = 68 | | FT = 72 | | FT = 80 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| tipo di errore | n. blocchi errati | % blocchi errati | n. blocchi errati | % blocchi errati | n. blocchi errati | % blocchi errati |
| tipo 1 | 419 | 30,5 | 465 | 40 | 418 | 53,5 |
| tipo 2 | 113 | 8,5 | 54 | 4,5 | 42 | 5,5 |
| tipo 3 | 31 | 2 | 12 | 1 | 6 | 0,5 |
| tipo 4 | 0 | — | 0 | — | 0 | — |
| tipo 5 | 1 | — | 1 | — | 1 | — |
| tipo 6 | 3 | — | 6 | 0,5 | 5 | 0,5 |
| tipo 7 | 183 | 13,5 | 193 | 16,5 | 141 | 18 |
| tipo 8 | 538 | 39,5 | 377 | 32,5 | 142 | 18 |
| tipo 9 | 83 | 6 | 57 | 5 | 29 | 4 |
| Tot. blocchi errati | 1371 | 100 | 1165 | 100 | 784 | 100 |



CODIFICA DEL SEGNALE TELEVISIVO NUMERICO: MASCHERAMENTO DEGLI ERRORI RESIDUI DI CANALE

## 4. Mascheramento dell'errore residuo

Si è cercato di migliorare la qualità dell'immagine affetta da errore introducendo l'operazione di mascheramento, utilizzante i vettori movimento, a porzioni definite di immagine.

A parte il caso di errori riconosciuti dal decodificatore, per i quali scatta la procedura di mascheramento in modo automatico che può quindi essere attuata a livello di blocco o di quadriblocco, occorre applicare il mascheramento anche agli errori di tipo 7, che risultano particolarmente fastidiosi, e, per quanto possibile, anche a quelli di tipo 8.

Il vero problema consiste però nel fatto che per rilevare gli errori di tipo 7 e di tipo 8 bisogna prevedere un'aggiunta di ridondanza con conseguente riduzione dell'efficienza di codifica.

Per ridurre al minimo il prezzo da pagare in termini di bit-rate si è considerato il quadro televisivo suddiviso non già in blocchi o quadriblocchi, ma in porzioni più ampie, contenenti un multiplo intero di blocchetti elementari, detti macroblocchi e si è applicato su questi varie tecniche di mascheramento. Per gli errori di tipo 1...6 si è ritenuto migliore operare il mascheramento a livello di quadriblocco anziché di blocco. Infatti si sono ottenuti miglioramenti soggettivi, giustificati dal fatto che la sostituzione a livello di blocco separa le informazioni di luminanza e crominanza relative alla medesima porzione di immagine e rende le stesse non coerenti tra loro. In particolare si sono considerati due tipi di macroblocchi, costituiti rispettivamente da gruppi di quattro blocchi, detti quadriblocchi, e dai gruppi di 8 quadriblocchi.

### 4.1 ANALISI DELLE DIFFERENTI STRATEGIE

Le strategie di mascheramento operano nel seguente modo:

- *se il quadriblocco è processato in modo intra-field o inter-field, esso è sostituito con i valori di predizione ottenuti dai campioni video appartenenti al semiquadro immediatamente precedente;*
- *se il quadriblocco è processato in modo inter-frame con compensazione del movimento, esso è sostituito con i valori di predizione ottenuti dal blocco corrispondente lungo la direzione del movimento e appartenente al quadro precedente.*

In entrambi i casi si deve assegnare ad ogni macroblocco una certa quantità di bit di informazione aggiuntivi per rivelare il tipo di errore che si vuole mascherare. Per esempio, per il rivelamento di errori di tipo 7, errore sul valore della continua, riteniamo siano sufficienti 5 bit di protezione per quadriblocco corrispondenti a meno di 0,04 bit/pel. In tale caso la probabilità teorica di non rivelazione dell'errore è circa uguale a $3 \times 10^{-2}$.

Si sono quindi confrontati i seguenti tipi di mascheramento:

1) *a livello di quadriblocco per gli errori rilevati dal decodificatore (tipo 1, . , tipo 6);*
2) *a livello di quadriblocco per ogni errore dal tipo 1 al tipo 6 ed errori di tipo 7;*
3) *a livello di quadriblocco per ogni errore dal tipo 1 al tipo 6 ed errori di tipo 8;*
4) *a livello di quadriblocco per ogni errore dal tipo 1 al tipo 8;*
5) *a livello di quadriblocco per gli errori dal tipo 1 al tipo 6 ed a livello di 8 quadriblocchi per gli errori di tipo 7 e di tipo 8.*

Le simulazioni hanno rilevato che il numero di quadriblocchi per frame errati diminuisce all'aumentare del fattore di trasmissione e quindi al ridursi del bit-rate, come si può dedurre dalle tabelle 8 e 9 e che tale numero è decisamente inferiore con la distribuzione a burst degli errori. Ad un bit-rate di circa 1 bit/pel, fattore di trasmissione 72, la percentuale di blocchi errati in cui è stato rivelato l'errore e quindi è stato eseguito il mascheramento varia dal 31% (mascheramento indicato al punto 1) al 70% (mascheramento indicato al punto 4). Nelle stesse condizioni, ma con errore a burst le percentuali variano, rispettivamente, dal 46% al 95%.

Nel caso di mascheramento eseguito su 8 quadriblocchi non si è definita la percentuale di 8 quadriblocchi in cui si è rilevato l'errore. L'area su cui si esegue l'operazione di mascheramento risulta però estesa a gran parte dell'immagine, compromettendo così notevolmente l'efficienza della tecnica di «refresh». La qualità globale dell'immagine risulta perciò insoddisfacente, come esposto nel paragrafo successivo.

### 4.2 VALUTAZIONI SOGGETTIVE

Le considerazioni sotto riportate sono valide per i 2 tipi di configurazione di errore analizzati; la qualità soggettiva risulta migliore, a parità di condizioni, nel caso di errore a burst.

- *Come si può vedere nell'appendice 3, la strategia di mascheramento di 8 quadriblocchi presenta seri problemi sui contorni di oggetti in movimento e quindi non migliora la qualità dell'immagine.*
- *Nel caso della strategia indicata al punto 4 del paragrafo 4.1, la situazione migliora decisamente rispetto al caso precedente. Le aree dell'immagine caratterizzate da lento movimento non sono degradate, mentre i contorni di oggetti in rapido movimento danno luogo in fase di ricostruzione ad alcuni difetti, limitati però a piccole porzioni di immagine (dimensione del quadriblocco), la cui rilevanza visiva è ritenuta poco disturbante.*
- *Con la strategia indicata al punto 1, rilevazione dei tipi 1-6 d'errore, la qualità dell'immagine risulta piuttosto buona per i dettagli in movimento, mentre la presenza di errori sui coefficienti di continua disturba apprezzabilmente la visibilità delle zone di immagine a sfondo*

*uniforme o quasi uniforme. Tale risultato è estremamente significativo e dimostra che senza alcuna aggiunta di ridondanza, ma sfruttando le sole peculiarità del decodificatore e le informazioni associate ai vettori movimento si può ottenere una qualità quasi accettabile dell'immagine anche in presenza di alti tassi di errore.*

- *Si ottiene un notevole miglioramento, in termini di qualità soggettiva, con la soluzione indicata al punto 2 (rivelazione errore sulla continua).*

Le valutazioni riportate sulla qualità soggettiva ottenibile con le varie strategie di mascheramento sono verificabili esaminando le fotografie riportate in Appendice C.

## 5. Conclusioni

Lo studio condotto sul sistema di co-decodifica sviluppato nell'ambito del progetto EU256, a bassi bit-rate (circa 1 bit/pel) ed ipotizzando un alto tasso di errore sul canale ($P(e) = 10^{-3}$), ha contribuito ad ottenere una serie di utili indicazioni in materia di statistica degli errori e del loro mascheramento.

Innanzitutto si è potuto valutare in che misura ed in quale modo intervengono sull'immagine gli errori che colpiscono i bit di continuità e di informazione, concludendo che ai primi sono collegati i maggiori effetti di degradamento della qualità.

Particolare risalto hanno poi gli errori che colpiscono, all'interno di ogni blocco DCT, i coefficienti relativi alla componente continua.

Queste indicazioni hanno suggerito lo studio di differenti strategie di mascheramento, che ha portato a selezionare la tecnica, indicata al punto 2 del paragrafo 4, come il migliore compromesso tra la qualità soggettiva finale ottenibile e la quantità di bit rate aggiuntiva necessaria per il rilevamento degli errori.

È risultato comunque, senza dubbio, preferibile il tipo di mascheramento esteso a livello di singolo quadriblocco anziché a 8 quadriblocchi.

In definitiva si ritiene, sulla base dei dati raccolti, che è conveniente attuare una strategia di mascheramento a livello di quadriblocco per ogni errore individuato dal decodificatore (tipo 1, ..., tipo 6) e per errori di tipo 7: si è visto infatti che la qualità ottenibile in questo modo si può considerare accettabile e ciò a fronte di un incremento di ridondanza non rilevante.

Se si estende la tecnica di mascheramento sui singoli quadriblocchi anche agli errori di tipo 8 e di tipo 9 si ottiene un miglioramento della qualità soggettiva, ma tale scelta richiede un aumento elevato di ridondanza.

D'altra parte l'idea di applicare il mascheramento a gruppi di 8 quadriblocchi ha messo in luce forti problemi localizzati principalmente sulle parti dell'immagine in movimento.

I risultati ottenuti in questo lavoro, relativi a soli 10 frame della sequenza «Renata», si ritengono sufficientemente significativi e le conclusioni ottenute sono considerate ragionevolmente estendibili anche al caso di altre sequenze.

(4088)

## APPENDICE A

Le fotografie riportate sono relative al frame 12 della sequenza «Renata», senza compensazione del movimento e con FT = 80 corrispondente ad un bit-rate medio di 0,9 bit/pel, in presenza di errore con distribuzione uniforme (errore random), con probabilità $P(e) = 10^{-3}$ e con differenti strategie di mascheramento degli errori.

Il mascheramento degli errori è stato ottenuto sostituendo il blocco errato con quello coposizionato appartenente al field od al frame precedente.

Fig. 1A — Nessun mascheramento degli errori.

Fig. 2A — Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 6 (vedere tabella 5).

Fig. 3A — Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 7 (vedere tabella 5).







Fig. 4A — Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 8 (vedere tabella 5).

## APPENDICE B

Le fotografie riportate sono relative al frame 12 della sequenza «Renata» codificata a circa 1 bit/pel, con mascheramento degli errori random dal tipo 1 al tipo 8 (vedere tabella 5). Si confronta l'efficienza del mascheramento degli errori con e senza l'utilizzo dei vettori movimento.

Fig. 1B — Mascheramento degli errori ottenuto sostituendo il blocco errato con quello coposizionato appartenente al field od al frame precedente.

Fig. 2B — Mascheramento degli errori ottenuto sostituendo il quadriblocco errato con quello preso dal field precedente (blocco errato codificato in modo intra-field od inter-field), oppure ricavato dal frame precedente lungo la direzione indicata dal vettore movimento (blocco errato codificato in modo inter-frame).

## APPENDICE C

Le fotografie riportate sono relative al frame 12 della sequenza «Renata», con compensazione del movimento e con fattore di trasmissione FT = 72 corrispondente ad un bit-rate medio di 1 bit/pel, in presenza di errore random ed a burst, con probabilità di occorrenza $P(e) = 10^{-3}$ e con differenti strategie di mascheramento degli errori.

Fig. 1C — *Errore random.* Nessun mascheramento degli errori.

Fig. 2C — *Errore random.* Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 6 (tabella 5) effettuato a livello di quadriblocco.

Fig. 3C — *Errore random.* Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 7 (tabella 5) effettuato a livello di quadriblocco.

Fig. 4C — *Errore random*. Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 8 (tabella 5) effettuato a livello di 8 quadriblocchi.

Fig. 7C — *Errore a burst*. Mascheramento degli errori di tipi da 1 a 7 (tabella 5) effettuato a livello di quadriblocco.

Fig. 8C — *Errore a burst*. Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 8 (tabella 5) effettuato a livello di 8 quadriblocchi.

Fig. 5C — *Errore a burst*. Nessun mascheramento degli errori.

Fig. 6C — *Errore a burst*. Mascheramento degli errori di tipo da 1 a 6 (tabella 5) effettuato a livello di quadriblocco.

BIBLIOGRAFIA


1. - M. BARBERO, M. STROPPIANA: *Codifica del segnale televisivo numerico: uso della trasformata coseno discreta*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1 - 1989.
2. - M. BARBERO, R. DEL PERO, P. GIROMINI: *Codifica del segnale televisivo numerico: struttura di trama per un sistema basato su DCT*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1 - 1990.
3. - N. ZENONI: *A hybrid DCT codec: studies to maintain a good picture quality in the presence of transmissions errors*, «Assises des Jeunes Chercheurs», Tokyo, 8-12 June '92.
4. - M. BARBERO, R. DEL PERO, M. STROPPIANA, N. ZENONI: *Digital Distribution of TV and HDTV signals: Strategies to Maintain Good Picture Quality in the Presence of Transmission Errors* «3rd International Workshop of Digital Signal Processing Techniques Applied to Space Communications», 23-25 september 1992, ESTEC, Nordwijk, The Netherlands.
5. - CCIR Racc. 723
6. - ETS 300 174: *Network applications: digital coding of component television signals for contribution quality applications in the range 34-45 Mbit/s.*
7. - M. BARBERO, R. BELLORA, M. STROPPIANA: *Codifica del segnale televisivo numerico: codici a lunghezza variabile applicati ai coefficienti DCT, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1 - 1990.*




# IL DAB (DIGITAL AUDIO BROADCASTING): UN'INNOVAZIONE TECNOLOGICA PER LA RADIODIFFUSIONE SONORA

M. COMINETTI*

*SOMMARIO — Il DAB (Digital Audio Broadcasting) è stato sviluppato dal Consorzio europeo EUREKA 147 per introdurre nei futuri servizi di radiodiffusione sonora una qualità del suono paragonabile a quella del compact disc e superare i limiti dell'attuale sistema a modulazione di frequenza in condizioni critiche di ricezione affette da interferenze, riflessioni multiple, disturbi. Il sistema è stato oggetto di varie dimostrazioni in ambito internazionale ed è in fase di avanzata sperimentazione in vari paesi europei. La normativa del DAB verrà emessa dall'ETSI entro il 1993. I primi ricevitori commerciali dovrebbero essere disponibili entro tre, quattro anni. La Conferenza Amministrativa WARC '92 ha assegnato su base mondiale ai servizi di radiodiffusione sonora da satellite la banda 1452-1492 GHz. Le prospettive di introduzione del DAB nei futuri servizi di radiodiffusione sonora sui canali terrestri si collocano in un'ottica a breve termine, compatibilmente con le risorse in frequenza disponibili nei vari paesi.*

*SUMMARY — **DAB (Digital Audio Broadcasting): A technological innovation for sound broadcasting.** DAB was developed by the European EUREKA 147 Consortium in order to introduce in the future audio broadcasting services a sound quality comparable with that of the compact disc and to overcome the constraints of the current frequency-modulation systems, affected by interferences, multipath propagation and disturbances, under critical reception conditions. This system was demonstrated several times at international level and is now in an advanced experimental phase in different European countries. The DAB standardisation will be established by ETSI within 1993. The first-generation commercial receivers will be available in three, four years. The WARC '92 Administrative Conference assigned, on a worldwide basis, the 1452-1492 GHz band to satellite sound broadcasting services. The introduction of DAB in the future sound broadcasting services over terrestrial channels is expected in a short-time scale, compatibly with the frequency resources available in the various country.*

## 1. Introduzione

Il progresso tecnologico di questi ultimi anni, con la penetrazione delle tecniche digitali in varie aree dell'elettronica di consumo, ha influenzato significativamente anche il mondo della radiodiffusione. Basta citare l'introduzione dell'audio digitale nei segnali D2-MAC e HDMAC per la diffusione diretta da satellite, e l'impiego di soluzioni completamente digitali, per il suono e per l'immagine, nei sistemi televisivi convenzionali ed in alta risoluzione (HDTV) attualmente in fase di sviluppo in Europa e negli Stati Uniti.

Un significativo impulso a questo sviluppo è stato dato dal successo, conseguito nel nostro paese, delle dimostrazioni di HDTV digitale via satellite effettuate dal Centro Ricerche RAI nell'occasione dei Campionati del mondo di calcio (Italia '90) impiegando codificatori sviluppati dalla Telettra S.p.A. in ambito al progetto Eureka EU 256 (bibl. 1).

Su linee parallele, seppure con minor enfasi rispetto agli sviluppi dell'HDTV digitale e, recentemente, della TV digitale multi-programma da satellite, sono stati condotti studi e sperimentazioni in ambito al progetto europeo EU 147 per valutare le possibilità di sfruttamento della tecnologia digitale anche per la radiodiffusione sonora.

L'obiettivo era chiaro sin dall'inizio: si intendeva sviluppare un nuovo sistema di codifica e trasmissione, in alternativa all'attuale sistema in modulazione di frequenza (MF), in grado di evitare il degradamento di qualità causato dalle interferenze conseguenti al crescente sovraffollamento dello spettro, migliorare significativamente la ricezione in automobile particolarmente in presenza di disturbi e riflessioni multiple, ed adeguare la qualità del suono a quella consentita dalla tecnologia digitale emergente nel campo dell'audio professionale e consumer (CD, CD-I, DAT, DCC, ecc.).

Il DAB (Digital Audio Broadcasting) è il risultato dell'intensa attività condotta secondo tali obiettivi nel progetto EU 147, con un significativo contributo dell'Unione Europea di Radiodiffusione (UER) che raccoglie gli Enti pubblici di radiodiffusione europea (bibl. 2).

Si tratta di un sofisticato sistema digitale per la diffusione radiofonica terrestre su canali delle bande VHF ed UHF. Il sistema potrà essere impiegato anche per la radiofonia da satellite, seppure in un'ottica a più lungo termine, su canali della banda 1452-1492 MHz assegnata dalla WARC '92 su base mondiale.

* Dott. Mario Cominetti del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 28 giugno 1993.

La flessibilità della soluzione digitale consente di configurare il sistema secondo le esigenze delle diverse nazioni, sia in relazione al numero dei programmi sonori ed ai servizi dati aggiuntivi, sia relativamente alla possibilità di introdurre servizi radiofonici a carattere nazionale o locale.

Il DAB, oltre a soddisfare i requisiti sopra esposti, offre significativi vantaggi nello sfruttamento dello spettro, in fase di pianificazione delle frequenze, consentendo di realizzare reti di radiodiffusione a *singola frequenza* (SFN).

In questo articolo vengono esaminate le caratteristiche ed i requisiti principali del DAB; in un secondo articolo, di prossima pubblicazione, verranno esaminate in dettaglio le prestazioni e le soluzioni tecniche adottate nel sistema.

## 2. Requisiti e caratteristiche tecniche

L'introduzione del DAB consente di attuare una catena di radiodiffusione sonora completamente digitale che include la generazione in studio, la rete di trasporto del segnale tramite ponti radio o fibre ottiche, gli impianti trasmittenti ed infine il ricevitore d'utente.

I benefici che il nuovo sistema potrà apportare nei futuri servizi radiofonici si possono così sintetizzare:
— qualità audio paragonabile a quella del compact disc;
— continuità di ricezione in automobile anche in presenza di riflessioni multiple, interferenze, disturbi;
— configurazione del sistema secondo le esigenze operative del servizio (es. numero di programmi, audio monofonico, stereofonico, ecc.);
— introduzione di servizi addizionali (ad es. canale d'informazione sul traffico RDS/TMC), di servizi dati a valore aggiunto, ecc.;
— utilizzazione dei canali terrestri nelle bande VHF e UHF;
— utilizzazione della banda 1452-1492 MHz, assegnata dalla WARC '92 su base mondiale ai futuri servizi di radiofonia da satellite oltre all'impiego sulle reti di terra;
— possibilità di operare su reti isofrequenziali, consentendo un efficace sfruttamento dello spettro;
— riduzione della potenza irradiata rispetto al sistema MF, a parità di copertura.

Lo sviluppo del DAB, secondo i requisiti sopra indicati, è stato possibile grazie all'impiego di sofisticate tecniche digitali per la *codifica di sorgente*, la *multiplazione* e la *modulazione*. Lo schema di principio del sistema di trasmissione e ricezione è mostrato in figura 1. Si esaminano ora separatamente le soluzioni adottate.

### 2.1 CODIFICA DI SORGENTE MUSICAM

Il MUSICAM (bibl. 3) è stato sviluppato presso i laboratori dell'IRT, del CCETT e della Philips. Il sistema sfrutta la ridondanza intrinseca del segnale musicale e le proprietà psico-acustiche dell'orecchio umano che maschera i suoni di basso livello in presenza di livelli più alti a frequenze simili. I suoni di basso livello possono quindi venire ignorati consentendo di ridurre sensibilmente il flusso binario del segnale di sorgente senza soggettiva riduzione di qualità. La compressione del flusso binario viene attuata separatamente su ciascuna delle 32 bande di frequenza entro le quali è stato suddiviso lo spettro del segnale di sorgente (Sub-band coding). Con un bit-rate di 192 kbit/s è possibile ottenere una qualità audio stereofonica molto simile a quella del compact disc, che richiede un bit-rate di circa sette volte superiore (1411 kbit/s). Il codificatore MUSICAM è flessibile e può operare a diversi bit-rate per canale monofonico:

32, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 160 e 192 kbit/s

Fig. 1 — Schema di principio del sistema di trasmissione e ricezione del DAB (Digital Audio Broadcasting); si notino, sulla destra della figura gli spettri qualitativi del segnale irradiato (in alto) e del segnale ricevuto (in basso) affetto da attenuazioni selettive causate da riflessioni multiple.





Ciò consente di sfruttare al meglio, a seconda delle esigenze del servizio, la capacità trasmissiva totale del sistema a vantaggio della qualità, oppure del numero di programmi radiofonici, mono o stereofonici.

Il ricevitore DAB è a sua volta in grado di adattarsi automaticamente al bit-rate usato nella codifica ed alla configurazione del servizio senza richiedere alcun intervento manuale. Ovviamente, nel caso di programmi stereofonici, i suddetti valori di bit-rate vengono raddoppiati.

La codifica MUSICAM è stata adottata su base mondiale in ambito ISO/MPEG. Il bit-rate proposto per la codifica del segnale stereofonico è di 256 kbit/s ($2 \times 128$).

### 2.2 MULTIPLAZIONE AUDIO/DATI

I segnali audio, mono o stereofonici, all'uscita dei codificatori MUSICAM vengono inseriti in una trama a pacchetti, protetti con codice a correzione d'errore e quindi raggruppati in un unico flusso digitale tramite un apposito multiplatore. La protezione base è effettuata con codice convoluzionale, rate 1/2, associato a decodifica di Viterbi (soft decision). A ciascun canale radiofonico è associato un canale dati da 2 kbit/s che porta informazioni relative al programma (ad es. identificazione, commenti, ecc.) ed informazioni di controllo del ricevitore. Sono funzioni simili a quelle consentite dal Radio Data System (RDS) per la radiofonia MF, ma con capacità trasmissiva e flessibilità operativa decisamente superiori.

Nel flusso digitale del DAB è possibile trasmettere servizi dati addizionali, indipendenti dai programmi radiofonici, utilizzando la capacità trasmissiva non occupata dai segnali audio. Tale capacità può venire assegnata a multipli di 8 kbit/s. Sono allo studio in EU 147 applicazioni orientate ai servizi per automobilisti (ad es. TMC = Traffic Message Channel) basati sulla trasmissione di messaggi codificati che vengono convertiti in voce da un vocoder a bordo dell'autovettura. Notevoli possibilità verranno offerte inoltre a servizi dati a valore aggiunto, quali Telesoftware e Datavideo, attualmente effettuati dalla RAI sui canali televisivi terrestri.

### 2.3 MODULAZIONE COFDM

Il degradamento della ricezione radio in automobile a causa delle riflessioni multiple, dovute agli ostacoli ed alle zone d'ombra ed all'effetto Doppler sulle vetture in movimeno, è il punto debole degli attuali servizi in modulazione di frequenza. L'impiego della modulazione digitale *COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)* (bibl. 4), introdotta in Francia dal CCETT, consente di superare tali limiti. Il sistema è stato progettato tenendo conto delle caratteristiche di propagazione delle onde radio nelle condizioni più sfavorevoli della ricezione in movimento affetta da inevitabili fluttuazioni del segnale, nella frequenza e nel tempo. Il principio base consiste nel raggruppare un certo numero di programmi (fino a 6 programmi stereofonici) su un unico flusso digitale che viene poi ripartito su un numero elevato N di portanti, modulate in QPSK, molto vicine e tra loro indipendenti (circa 1500 portanti in un blocco DAB da 1,5 MHz). Questo processo di ripartizione del segnale nel dominio della frequenza si chiama *frequency interleaving*. Il flusso digitale che modula ciascuna portante è quindi molto basso (1/N di quello totale), con una corrispondente durata del «simbolo QPSK» molto elevata e normalmente sensibilmente superiore ai ritardi degli echi introdotti dalle riflessioni multiple. L'informazione, ripartita sulle varie portanti, viene poi recuperata nel ricevitore per ricostruire il segnale audio del programma preselezionato dall'utente.

Inserendo un opportuno intervallo di guardia fra simboli adiacenti, è possibile recuperare completamente gli affievolimenti selettivi del segnale dovuti ai cammini multipli. Infatti, se i ritardi delle varie riflessioni non supe-

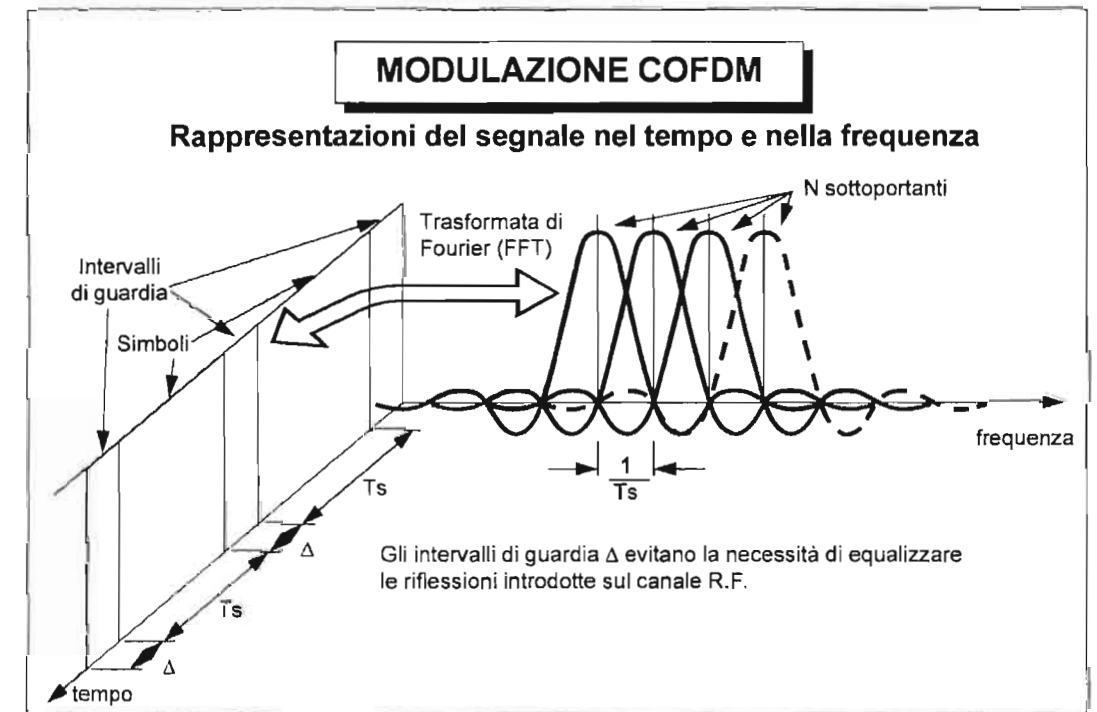



Fig. 2 — La modulazione COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing): rappresentazione della relazione esistente tra la durata dei simboli del dominio del tempo e la spaziatura delle sottoportanti nel dominio della frequenza.

rano l'intervallo di guardia, tutte le componenti del segnale, ricevute attraverso i cammini multipli, si sommano in modo costruttivo all'ingresso del ricevitore senza introdurre degradamento di intersimbolo sul segnale digitale. La figura 2 illustra il principio della modulazione COFDM.

Per migliorare ulteriormente le prestazioni nella ricezione mobile viene effettuato, in trasmissione, un ulteriore processo nel dominio del tempo, separando sensibilmente fra loro i campioni successivi del segnale audio digitale prima di inviarli sulle varie portanti del modulatore COFDM. Questa tecnica di *time interleaving* riduce sensibilmente l'effetto degli errori introdotti dal canale diffusivo che, essendo dispersi nel tempo, risultano fra loro indipendenti. Ciò consente di sfruttare al massimo le prestazioni dei sistemi di correzione d'errore impiegati nel ricevitore (codifica convoluzionale con decodifica di Viterbi), permettendo la continuità di ricezione in automobile anche in condizioni critiche.

## 3. Modi di trasmissione del DAB

Il DAB prevede tre modi di trasmissione che consentono un impiego ottimale del sistema in un vasto campo di frequenze, da 50 MHz a 3000 MHz a seconda che si sfruttino i canali diffusivi terrestri in banda VHF/UHF o, in futuro, i canali da satellite. Tali modi sono stati definiti tenendo conto sia dell'effetto Doppler, che dei cammini multipli presenti nella ricezione mobile. Si ricorda che l'effetto Doppler altera la frequenza delle portanti OFDM di una entità proporzionale alla velocità dell'automezzo ed alla frequenza del canale a radiofrequenza. Tale effetto può quindi risultare particolarmente severo verso le frequenze più elevate della gamma considerata (ad es. 1500-3000 MHz).

La tabella 1 riporta le principali caratteristiche dei tre

TABELLA 1
PRESTAZIONI DELLA MODULAZIONE COFDM NELLE VARIE BANDE DI FREQUENZA

| Parametro | Modo I | Modo II | Modo III |
|---|---|---|---|
| Durata di simbolo (μs) | 1000 | 250 | 125 |
| Intervallo di guardia (μs) | 246 | 62 | 31 |
| Ritardo max. eco (μs) | 300 | 75 | 37,5 |
| Max frequenza (MHz) | 375 | 1500 | 3000 |
| Max. separazione fra i trasmettitori (km) | 100 | 25 | 12,5 |

modi assumendo una stessa occupazione di banda (1,5 MHz) per blocco DAB. I parametri chiave sono l'*intervallo di guardia* che stabilisce la massima differenza di ritardo consentita fra i cammini multipli e la *velocità dell'automezzo*, assunta in 180 Km/ora nella tabella 1.

Il *modo I* è particolarmente adatto per i servizi DAB nazionali su reti terrestri isofrequenziali (SFN), in VHF (bande I, II, III), in quanto consente di operare con una notevole separazione fra i trasmettitori (fino a 100 km) limitando il numero degli impianti. Il *modo II* è preferibile per servizi DAB locali in UHF (bande IV e V) e può essere impiegato anche nella nuova banda di 1,5 GHz assegnata dalla WARC '92. Il *modo III* è principalmente orientato ai servizi di radiodiffusione da satellite.

La figura 3 illustra le prestazioni del DAB con ricezione mobile alla velocità di 200 km/ora, nelle varie bande di frequenza.

## 4. Prospettive di introduzione del servizio

Nel corso della prima fase del progetto EU 147 il DAB è stato oggetto di numerose dimostrazioni a esposizioni

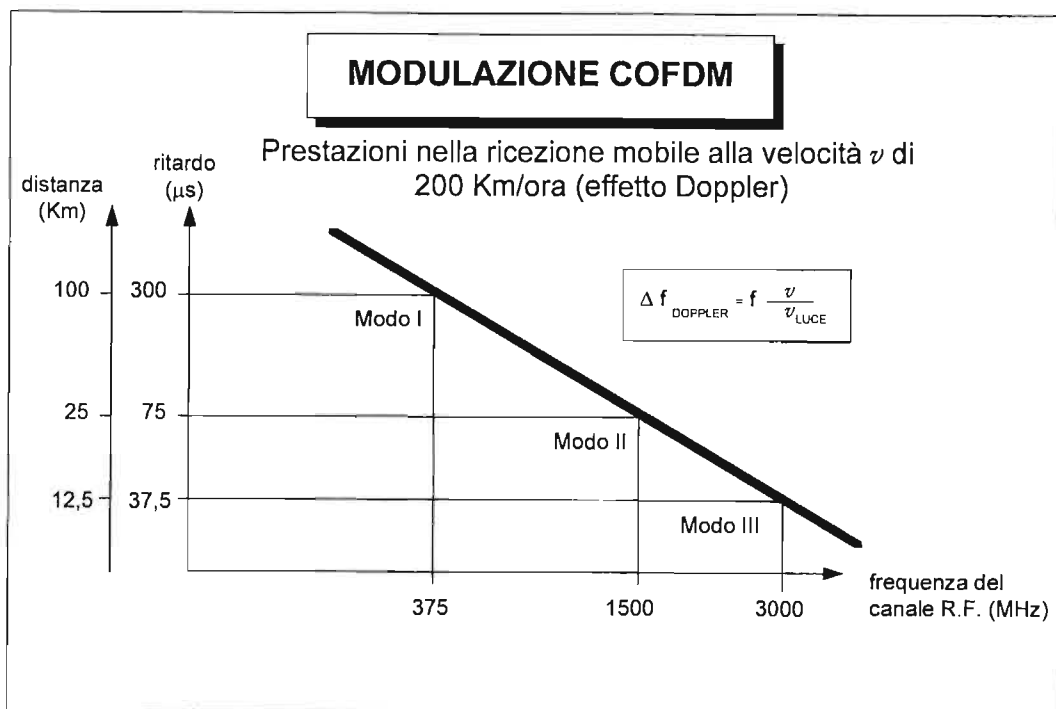



Fig. 3 — La curva illustra i limiti di utilizzazione del sistema COFDM, indicando il compromesso ottenibile tra frequenza di trasmissione e massimo ritardo, nell'ipotesi di sistema ricevente a bordo di un veicoli che si muove alla velocità di 200 km all'ora. In fase di progetto è possibile scegliere una qualsiasi combinazione di valori di frequenza e ritardo, tale da individuare un punto situato sotto la curva.





IL DAB (DIGITAL AUDIO BROADCASTING): UN'INNOVAZIONE TECNOLOGICA PER LA RADIODIFFUSIONE SONORA

e convegni internazionali (ORB '88, ITU-COM '89, NAB '90 e '91, IFA '91, Montreux '92). Il sistema è stato presentato per la prima volta in Italia dal Centro Ricerche RAI, in occasione dell'IBTS '92, utilizzando apparati forniti dal CCETT, dall'IRT e dalla Grundig (bibl. 5).

Il DAB è tuttora in fase di avanzata sperimentazione sul campo in vari paesi europei.

In Francia la TDF effettua sperimentazioni a Rennes in banda UHF con un trasmettitore principale e due ripetitori di piccola potenza. A Parigi sono in corso sperimentazioni sul canale 24. Il CCETT ha avviato le sperimentazioni anche in banda L (1,5 GHz). In Germania l'ARD sta irradiando a Monaco sul canale 11, ad Hannover sul canale 12. In Baviera sono previste sperimentazioni sul canale 12 da parte di 5 trasmettitori ed un ripetitore. A Berlino si effettueranno sperimentazioni sul canale 3 o 4. Nel Regno Unito sono in corso esperimenti della BBC su una rete isofrequenziale che include 6 trasmettitori in banda III. In Olanda l'NOS ed il PTT utilizzano il canale 57 ad Eindhoven e continueranno prossimamente ad Amsterdam sul canale 9. In Svezia sono in corso sperimentazioni sul canale 12.

Il DAB è stato inoltre oggetto di sperimentazioni su vasta scala in Canada, in collaborazione con EU-147, nella gamma di 1,5 GHz.

In Italia la RAI, assolvendo ai compiti istituzionali dell'ente pubblico, ha avviato un'attività di studio e sperimentazione coordinata dal proprio Centro Ricerche che porterà, in una prima fase, all'effettuazione di una campagna di ricezione nell'area di servizio di alcuni impianti trasmittenti, appositamente attrezzati ed operanti in isofrequenza sul canale H2 (corrispondente al canale 12 europeo) in Valle d'Aosta.

L'obiettivo di questa campagna di misure è di confrontare le prestazioni del DAB, in termini di qualità del suono e copertura del servizio, con quelle della modulazione di frequenza sia nella ricezione fissa che in automobile, in aree metropolitane, zone rurali e montagnose, e lungo importanti arterie di traffico.

Verranno inoltre valutate le problematiche tecniche poste dal DAB per quanto riguarda gli impianti trasmittenti e la relativa rete di alimentazione, realizzata sia tramite ponti radio terrestri che via satellite.

la normalizzazione del sistema dovrebbe essere completata dall'ETSI (European Telecommunication Standards Institute) entro il 1993. L'Unione Europea di Radiodiffusione (UER), in collaborazione con EU 147, sta giocando un ruolo importante nel promuovere l'adozione del DAB anche in un contesto extraeuropeo.

Australia, Canada, Messico ed altri paesi del continente americano si sono già dichiarati a favore del sistema che, qualora vengano superate le remore ancora esistenti negli Stati Uniti, avrebbe grandi possibilità di essere adottato su base mondiale.

Molto importanti, a questo riguardo, saranno le riunioni del CCIR (Comitato Consultivo Internazionale di Radiocomunicazioni) nell'autunno 1993.

Alla luce dei promettenti risultati conseguiti da EU 147, le Amministrazioni PT e gli Enti di radiodiffusione europei stanno ora valutando le modalità e i tempi per l'avvio dei servizi DAB in fase pre-operativa.

Data l'impossibilità di disporre di una banda di frequenze, concordata su base europea, un fondamentale requisito, recepito dall'industria, è che i ricevitori commerciali della prima generazione possano operare su tutte le bande, dalla I alla V, includendo possibilmente anche la gamma 1452÷1492 MHz in banda L.

Naturalmente dovranno consentire anche la ricezione delle attuali trasmissioni in AM e MF.

Il problema cruciale per l'introduzione del DAB sarà quindi la disponibilità di canali RF sulle reti terrestri, esigenza veramente difficile da soddifare a tempi brevi, in particolare nel nostro paese, data l'attuale saturazione dello spettro.

Sulla base dei risultati di una inchiesta effettuata dall'UER, le migliori prospettive per l'introduzione del DAB in Europa sembrano offerte dall'utilizzazione del canale 12 (VHF), sfruttando la banda di 7 MHz disponibile nel canale, per inserire 4 blocchi DAB da 1,5 MHz.

I primi servizi DAB inizieranno presumibilmente a partire dal 1997 in alcuni paesi, quali la Germania, compatibilmente con la disponibilità dei ricevitori commerciali a costi ragionevoli.

In tale contesto, non si esclude che, seppure in un'ottica a tempi piuttosto lunghi, il DAB possa sostituire in tutto od in parte gli attuali servizi MF, in alcuni paesi.

Questa ipotesi è attualmente all'esame della CEPT (Comunità Europea delle Poste e Telecomunicazioni), in vista anche di una futura Conferenza amministrativa per la Regione 1 indetta dalla WARC '92, per rivedere l'assegnazione della banda VHF.

La posizione ufficiale della CEPT per quanto riguarda l'introduzione del DAB sulle reti terrestri (T-DAB) è presentata nella Raccomandazione dell'aprile '93 riportata in Appendice.

L'Agenzia Spaziale Europea (ESA), dal canto suo, pone grande attenzione alla possibilità di introdurre il DAB sul suo satellite pre-operativo di radiodiffusione sonora «Archimedes», operante nella banda di 1,5 GHz, il cui lancio è previsto per il 1997.

In Francia ed in Germania le strategie per l'introduzione del DAB sono promosse da consorzi nazionali, rispettivamente il Club-DAB e la DAB-Platform, che raggruppano vari organismi tra cui le Amministrazioni PT, gli Enti di radiodiffusione, l'Industria, le Università.

## APPENDICE

### *RACCOMANDAZIONE RIGUARDANTE L'INTRODUZIONE DELLA DIFFUSIONE SONORA NUMERICA TERRESTRE (T-DAB)*

L'Amministrazione della CEPT

*Considerando*:

1. che il lavoro di sviluppo è finalizzato da EUREKA 147;
2. che esiste l'intenzione di introdurre il T-DAB nei paesi membri della CEPT a partire dal 1995;
3. che la banda 87,5-108 MHz attualmente è totalmente usata per diffusione in modulazione di frequenza (MF);
4. che una banda di frequenza ad interim sarà necessaria per l'introduzione del T-DAB;
5. che esistono diverse pianificazioni di canali e diversi servizi nelle bande VHF dei paesi membri della CEPT;

6. che le gamme di sintonia del ricevitore dovrebbero essere concentrate su un minimo numero di frequenze per ridurre i costi degli apparati;
7. che un lungo periodo di diffusione sia con l'attuale sistema MF, che con il T-DAB si renderà necessario, fino a quando i ricevitori per il nuovo sistema non avranno ottenuto una sufficiente penetrazione sul mercato.

*Raccomanda*:

1. che in base all'utilizzazione ed alle esigenze nazionali, tutte o parte delle bande di frequenza 47-68, 174-222, 222-230 e 230-240 MHz possano essere usate a medio termine per introdurre il T-DAB nei paesi membri della CEPT:
2. che la banda 87,5-108 MHz sarà l'habitat futuro del T-DAB;
3. che si potrà utilizzare a medio termine anche la banda 104-108 MHz per il T-DAB previo coordinamento con i servizi esistenti entro o nelle adiacenze delle bande, ma tale introduzione non deve pregiudicare la riprogrammazione futura della banda di frequenza 87,5-108 MHz per il T-DAB all'interno dei paesi membri della CEPT;
4. che la gamma di sintonia dei ricevitori dovrà coprire le bande di frequenza riportate nei punti 1 e 2 di questa *Raccomandazione*;
5. che occorre tenere in debito conto i servizi esistenti nelle bande suddette al momento di introdurre il T-DAB;
6. che devono essere applicati i criteri di condivisione e coordinamento dettagliati nell'Annesso 1, che dovrebbe essere disponibile alla fine del 1993;
7. che una riunione per pianificare l'introduzione del T-DAB nei paesi membri della CEPT nelle bande indicate al punto 1 della *Raccomandazione* deve essere fissato all'inizio del 1994.

BIBLIOGRAFIA


1. - *Speciale Italia '90*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 3, 1990.
2. - Eureka project 147/EBU: *Digital Audio Broadcasting. Preliminary system definition*, Issue 3.0; Giugno 1992.
3. - Y. F. Dehery, G. Stoll, L. Van De Kerkhof: *MUSICAM source coding for digital sound*, «17 International TV Symposium, Montreux», Giugno 1991.
4. - M. Alard, R. Lassalle: *Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers*, «EBU collected papers on concepts for sound broadcasting into the 21st century», agosto 1988.
5. - G. Alberico, M. Cominetti, N. S. Tosoni: *L'evoluzione tecnologica della radio: Prospettive dei servizi sul traffico*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1993.


(4109)



# COLLEGAMENTO DI ANTENNA DEI VIDEOREGISTRATORI AMATORIALI

M. GUNETTI*


*SOMMARIO — Viene esaminato il problema dell'interferenza causata da videoregistratori commerciali, collegati in radiofrequenza all'ingresso di antenna di un ricevitore televisivo. Oltre alla proposta di un rimedio provvisorio, si auspica una soluzione che, attraverso norme costruttive internazionali, venga applicata a tutti i video registratori.*

*SUMMARY — **Use of commercial video recorders through the RF link.** This paper examines the problem of interference caused by commercial video recorders when connected to the antenna input of a TV receiver. To solve the problem, it would be desirable to find an international standard, together with manufacturers, to be applied to all video recorders.*


## 1. Introduzione

Nell'uso corrente dei videoregistratori commerciali, collegati in radiofrequenza ad un ricevitore televisivo, si presenta talvolta il problema dell'interferenza causata dal videoregistratore su una coppia di canali, per lo più in banda IV fra i canali 31 e 40; ciò dipende dalla struttura circuitale del videoregistratore e può causare l'impossibilità di ricevere programmi RAI qualora essi siano irradiati in uno dei suddetti canali.

I videoregistratori più diffusi in Italia sono nello standard VHS, ma le caratteristiche e le prestazioni di cui tratteremo sono del tutto indipendenti dallo standard di registrazione adottato.

Nel corso di una specifica indagine sono stati esaminati 27 apparecchi di marche e modelli differenti per appurare le effettive condizioni di funzionamento del collegamento in antenna tra il videoregistratore ed il televisore.

* P.i. Massimo Gunetti del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 25 febbraio 1993.

## 2. Tecniche adottate

Il tipo di collegamento di antenna adottato da tutti i videoregistratori amatoriali esaminati, è di uso comune da almeno una decina di anni, ed è rappresentato nella seguente figura 1.

Tale tipo di collegamento usa un transito attivo per i segnali a radio-frequenza: nel videoregistratore un amplificatore a guadagno unitario separa l'ingresso di antenna dalla uscita e contemporaneamente fornisce il segnale RF al videoregistratore.

Il sistema è sempre funzionante: sia con il videoregistratore acceso che in attesa (stand-by), purché sia allacciato il cordone di rete al 220V.

Il sistema è particolarmente pratico poiché consente di allacciare il ricevitore TV ed il videoregistratore ad una unica presa di antenna.

Per visionare i programmi sintonizzati o riprodotti dal videoregistratore sono oggi disponibili due vie:
1) attraverso il cavo SCART in videofrequenza ed audiofrequenza;
2) Attraverso il cavo di antenna che collega il videoregistratore al televisore in radiofrequenza: un piccolo mo-

Televisore
in
Videoregistratore
out
in
Antenna

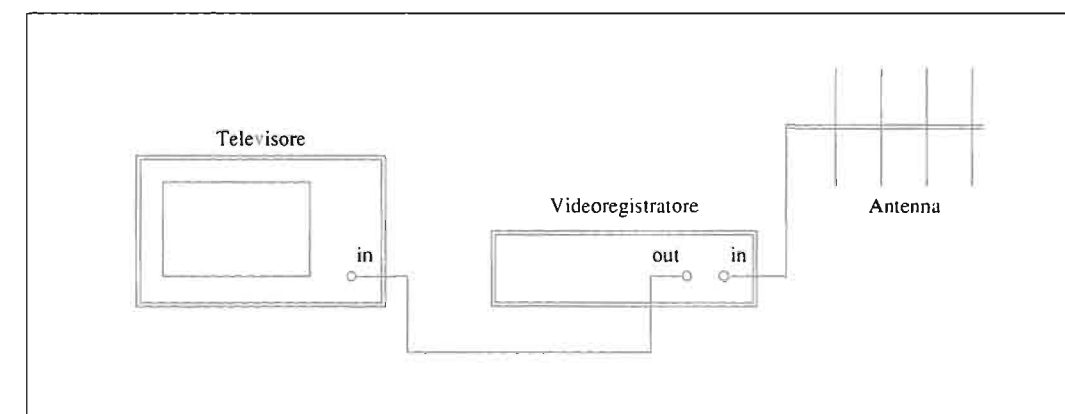



Fig. 1 — Esempio schematico del tipo di collegamento adottato dai videoregistratori amatoriali da almeno dieci anni.

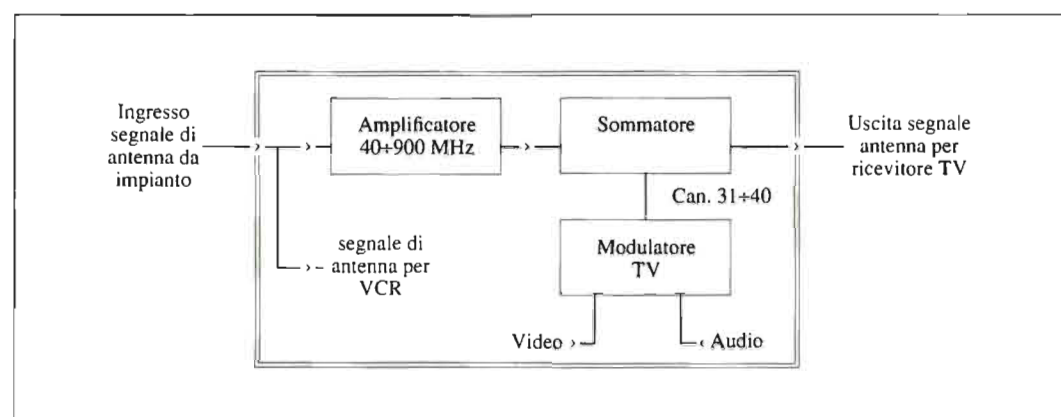



Fig. 2 — Schema a blocchi del sistema in radiofrequenza normalmente presente all'interno dei videoregistratori amatoriali.

dulatore TV interno somma il suo segnale alla uscita di antenna verso il televisore.

Tra i due sistemi esamineremo attentamente quello in radiofrequenza per le implicazioni relative alla ricezione dei programmi irradiati dalla RAI.

Lo schema a blocchi del sistema in radiofrequenza è rappresentato in figura 2.

Il segnale RF del modulatore TV, interno al videoregistratore, è disponibile sulla presa di uscita verso il televisore, miscelato ai segnali RF provenienti dall'impianto di antenna; l'amplificatore di antenna a guadagno unitario, già descritto, disaccoppia il segnale verso l'impianto di antenna, evitando ricezioni indesiderate da parte degli altri televisori connessi allo stesso impianto di antenna.

Il segnale RF del modulatore TV è costituito dalla portante video e dalla portante audio a 5,5 MHz, modulate secondo lo standard PAL G adottato in Italia; la frequenza del modulatore è regolabile in modo da poter coprire i canali UHF dal 31 al 40 circa.

Si noti che per problemi costruttivi il modulatore TV non è dotato di filtro vestigiale per la soppressione della banda laterale inferiore di modulazione, per cui il segnale fornito al televisore occupa una banda di 11,5 MHz anziché 7 MHz.

Nella figura 3 è rappresentato schematicamente lo spettro di tale segnale, si noti in particolare la presenza anomala di una portante audio a − 5,5 MHz e di una sottoportante croma a − 4,43 MHz.

Il modulatore TV, nella assoluta maggioranza delle marche esaminate, funziona solamente quando è acceso il videoregistratore.

Pochissimi modelli hanno un interruttore che consente di disabilitare permanentemente la funzione.

Tra le marche esaminate, una sola, sui modelli più recenti, mantiene il modulatore acceso anche in condizione di attesa (stand-by).

I costruttori di videoregistratori consigliano generalmente di tarare il modulatore TV sul canale 36; secondo la normativa europea vigente tale canale non sarebbe utilizzabile per trasmissioni circolari TV e dovrebbe risultare libero sul televisore; nella pratica corrente i videoregistratori vengono forniti con una taratura che varia ampiamente tra i can. 31 e 40.

## 3. Casistiche di ricezione

In base alle caratteristiche descritte si può così riassumere la casistica di funzionamento del sistema di connessione di antenna adottato dai videoregistratori.

### Caso A) MODULATORE: SPENTO IN CONDIZIONE DI ATTESA (STAND-BY)

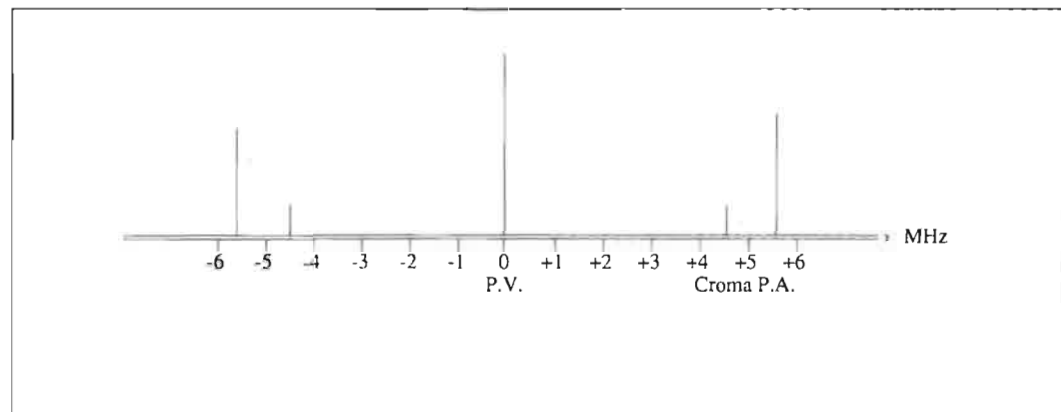
Questo caso riguarda, secondo le risultanze della indagine, la stragrande maggioranza dei videoregistratori, per i quali ricorrono le seguenti due situazioni:



Fig. 3 — Viene indicato schematicamente lo spettro del segnale RF che i videoregistratori amatoriali forniscono all'ingresso di antenna dei televisori.





— Videoregistratore in attesa (stand-by, cordone rete allacciato al 220V):
1) Sul can. 36 del televisore nessun segnale, semprechè il can. 36 in ricezione da antenna risulti libero.
2) Sul can. 35 del televisore si vedrà correttamente il programma eventualmente ricevuto da antenna, senza altre interferenze.

— Videoregistratore acceso:
1) Sul can. 36 del televisore si vedrà il programma riprodotto o sintonizzato dal videoregistratore, senza interferenze se il can. 36 ricevuto dalla antenna risulta libero.
2) Sul can. 35 del televisore vi sarà il programma eventualmente ricevuto da antenna, oscurato da una forte interferenza a + 2,5 MHz.

### Caso B) MODULATORE: SEMPRE ACCESO

Questo caso riguarda, secondo le risultanze della indagine, un unico marchio e ricorre solo nei modelli più recenti.

— Videoregistratore acceso od in attesa (stand-by, allacciato al 220V)
1) Il canale 36 del televisore sarà sempre occupato dal segnale del modulatore TV interno al videoregistratore, senza interferenze se il can. 36 ricevuto dalla antenna risulta libero.
2) Sul can. 35 del televisore vi sarà il programma eventualmente ricevuto da antenna, sempre oscurato da una forte interferenza a 22,5 MHz.

### Caso C) MODULATORE: ESCLUDIBILE CON INTERRUTTORE

Questa interessante opzione riguarda pochissimi modelli di marche diverse; gli utenti in possesso di televisore con presa SCART, potranno spegnere permanentemente il modulatore del videoregistratore, ed usare la presa SCART per il collegamento degli apparecchi in banda base.

## 4. Conclusioni

L'utente che si trovi ad avere il modulatore del VCR spento solo in condizione di attesa (stand-by) o, peggio, sempre acceso e necessiti ricevere senza interferenze il can. 35 (frequentemente utilizzato dalla RAI per diffondere i suoi programmi), potrebbe risintonizzare il modulatore TV su un canale diverso dal can. 36 (tipicamente dal can. 31 al can. 40); poiché il problema interferenziale sul canale inferiore a quello sintonizzato si riproporrà nello stesso modo, occorrerà una scelta che sacrifichi un canale di scarso interesse personale.

Tale soluzione richiede però una certa conoscenza tecnica e non sempre, nelle affollate frequenze Italiane è facile trovare una soddisfacente sintonia.

I pochi modelli dotati di interruttore di esclusione della funzione, potranno avvantaggiarsene se viene utilizzato il collegamento SCART in banda base.

Sul videoregistratore non sarà comunque presente alcun problema interferenziale del tipo descritto, poiché il segnale del modulatore TV è inserito sulla uscita di antenna a valle del videoregistratore stesso; il videoregistratore potrà sintonizzarsi, registrare, monitorizzare attraverso il televisore, qualunque canale ricevibile dall'impianto di antenna senza interferenze aggiunte.

Considerando quanto sopra, sarebbe auspicabile proporre in sede normativa che tutti i videoregistratori spengano il modulatore interno in condizioni di stand-by, inoltre dovrebbero essere dotati di interruttore per spegnere permanentemente il modulatore interno quando il collegamento tra gli apparecchi venga effettuato con la presa SCART. Lo spegnimento del modulatore interno potrebbe anche essere condizionato automaticamente dalla inserzione della spina SCART. (4108)

# NOTIZIARIO

*Da comunicazioni pervenute alla Redazione*

**RADIOTELEFONO «CARTEL SX» —** È l'ultima novità Bosch nel campo dei radiotelefoni ed è un apparecchio esclusivo per il mercato italiano.

Una delle caratteristiche fondamentali ed esclusive è costituita dalla batteria slim XT (600 mAh) incorporata che, quindi, non deve essere staccata dall'apparecchio per la ricarica.

Inoltre, l'operazione di ricarica avviene nel tempo record di soltanto un'ora, attraverso un carica-batteria rapido.

Le dimensioni sono estremamente ridotte e tali da attribuirgli la caratteristica di ottima tascabilità. Ecco la sua «mini taglia»: peso inferiore a 300 grammi, dimensioni di cm 16,5 di lunghezza × cm 6 di larghezza × cm 3,5 di profondità.

In così poco spazio si concentra, però, molta tecnologia, associata ad un'estrema semplicità d'uso.

Tutto ciò è assicurato da una tastiera ergonomica e dal chiaro display a cristalli liquidi, ambedue illuminati, per un comodo e veloce impiego anche in situazioni di oscurità. Nel Cartel SX sono stati felicemente coniugati: leggerezza, minime dimensioni ed alta tecnologia. L'elevata qualità tecnica, il peso inferiore a 300 grammi, dispositivi che ne aumentano l'autonomia e la facilità d'utilizzo in ogni condizione, nonché l'estrema maneggevolezza, ne fanno un partner ideale.

Accessori opzionali sono disponibili per soddisfare ogni tipo di esigenza. Citiamo, per esempio, i kit di installazione in vettura, dai tipi più semplici a quelli con dispositivo viva voce dotabili anche di booster per «classe 2». (4102)

**DISPOSITIVO IBRIDO PER INTERFACCIA TRA LINEA TELEFONICA E COMMUTATORE FONICO —** Una novità della Mitel Semiconductor è il nuovo circuito interfaccia linea d'abbonato MH88510 (SLIC) che fornisce un'interfaccia tra la linea telefonica e il commutatore fonico, richiedendo solo un unico commutatore bidirezionale per ogni punto d'incrocio.

L'MH88510 è prodotto usando tecnologia ibrida con pellicola spessa dall'impianto della Mitel nel Galles del Sud. Il dispositivo esegue tutte le funzioni BORSH di alimentazione batteria, protezione sovratensione, indicazione di chiamata, controllo e ibrido (2-2 fili).

Lo SLIC aziona L'apparecchio telefonico con corrente costante c.c. di circuito chiuso per linee brevi, passando automaticamente a tensione costante per linee lunghe. L'MH88510 è protetto da transienti (250V) a breve termine (20ms) tra TIP e RING, TIP e terra e RING e terra.

Il circuito è in grado di fornire tensione di indicazione di chiamata all'apparecchio telefonico, aggiungendovi semplicemente un relé esterno, un generatore di indicazione chiamata ed un resistore di limitazione di segnale da 200 ohm. Il circuito di rilevamento del loop determina se vi è un'impedenza sufficientemente bassa tra TIP e RING per essere riconosciuta come condizione di sganciamento.

Il circuito ibrido a 2-2 fili converte il segnale bilanciato in entrata in un segnale di uscita riferito a terra, nonché il segnale di entrata riferito a terra, in un segnale di uscita non bilanciato.

Le applicazioni comprendono PABX, impianti di intercomunicazione e interfaccia di linea per sistemi telefonici a tasti. (4089)

**INTERFACCIA ECONOMICA IF/BANDA L —** Il P700 è un up/down converter completamente sintetizzato per la trasposizione di 70MHz in banda L recentemente lanciato dalla Paradise Datacom.

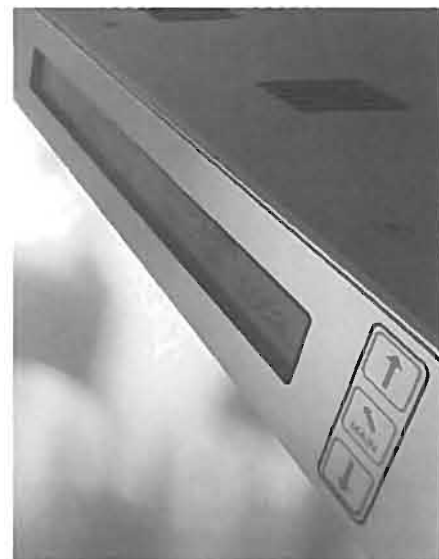
Progettato soprattutto come prodotto integrante dei modem via satellite P200 e P230 della Paradise Datacom (White Horse Lane, Witham, Essex, CM8 2BU, England), l'unità offre una soluzione a basso costo per sistemi che richiedono un convertitore Intelsat IBS/Eutelsat SMS nelle frequenze comprese tra 925 e 1525MHz (trasmissione) e tra 950 e 1750 MHz (ricezione).

L'unità comprende un display a cristalli liquidi grande e multicaratteriale ed è dotata di menù di comando e configurazione chiari, facili da usare ed intuitivi. Il P700 offre una doppia conversione con uno step di 125kHz e consente la trasmissione e ricezione di portanti IBS/SMS da 64kbps fino a 2Mbps grazie alle sue caratteristiche di basso rumore di fase e ritardo di gruppo.

La frequenza di compensazione controllata dal software consente di leggere la frequenza finale di trasmissione/ricezione per entrambe le teste RF, C e Ku, direttamente da pannello frontale. La memoria non volatile consente fino a 16 regolazioni di configurazione del convertitore e vi è la possibilità di usare un controllore integrale di ridondanza per operazioni 1 per 1.

Il controllo a distanza con il P700 avviene mediante le porte RS232/485. Il percorso di trasmissione non ha inversione spettrale, con inversione programmabile per la ricezione, e permette in tal modo di usare entrambe le teste RF, C e Ku.

Lo strumento può fornire corrente continua ed un riferimento ad alta stabilità da 10MHz dalla porta di ricezione per alimentare un convertitore di blocco a basso rumore con aggancio di fase (LNB). Inoltre, il P700 può fornire il riferimento da 10MHz dalla porta di trasmissione per alimentare un up-converter con aggancio di fase.

Progettato in conformità ai requisiti di sicurezza VDE, il P700 è alloggiato in un chassis 1U montabile a rack, di 534 mm di profondità con un peso di 8,2 kg, e ha temperature d'esercizio comprese tra 0 e 40°. (4103)







**LA VIDEOCONFERENZA DOVE LA VUOI —** All'ultima edizione del Cebit di Hannover, che si è tenuto quest'anno dal 24 al 31 marzo, Sony ha presentato il *PCS-2000* un innovativo sistema mobile di videoconferenza che per le sue caratteristiche di trasportabilità può essere installato ovunque lo si desideri. In più, costo contenuto e semplicità di impiego lo rendono adatto anche per un utilizzo da parte di piccole e medie organizzazioni o di chiunque deve collegare un numero limitato di postazioni.

Sino al recente annuncio di Sony, due sono stati gli elementi che hanno impedito un reale sviluppo della videoconferenza al di fuori delle installazioni realizzate dai grandi gestori nazionali delle telecomunicazioni: la necessità di disporre di spazi o aule specificamente attrezzati e l'alto costo della catena di apparecchiature che compongono un sistema di videoconferenza.

Oggi, invece, con il nuovo PC-2000 della Sony tutti questi problemi hanno trovato una soluzione in quanto se da una parte l'elevata miniaturizzazione di componenti audio-video e di quelli più specificamente dedicati alle comunicazioni hanno permesso di ridurre ingombri e pesi e di realizzare un'unica apparecchiatura compatta, dall'altra il prezzo di commercializzazione dell'intero apparato è stato contenuto in circa 20 mila sterline per postazione. In questo modo, non solo la videoconferenza diventa realmente accessibile a un maggior numero di utenti, ma probabilmente vengono poste le basi per un radicale cambiamento del mercato dei sistemi di comunicazione audio-video.

Due sono gli sviluppi che hanno incoraggiato la Sony a sviluppare il nuovo sistema sulla scorta di una consolidata esperienza nel mondo delle comunicazioni audio/video a lunga distanza: l'universale accettazione degli standard CCITT — con cui viene evitato il rischio di incompatibilità tra apparecchiature realizzate da diversi costruttori — nonché la progressiva diffusione delle reti ISDN (Integrated Service Digital Network). Il PCS-2000 funziona infatti proprio tramite questo tipo di connessione oltre a essere facilmente controllabile attraverso un telecomando molto simile a quello impiegato per i comuni televisori.

Il PCS-2000 è composto da una telecamera miniaturizzata installata sopra un monitor da 29 pollici, dalla logica interna che sovraintende alla parte audio e quella video, dal Codec e dalle interfacce per la connessione alla linea telefonica. In pochi minuti, quindi, un qualsiasi ufficio può essere trasformato in una completa postazione per videoconferenza: si tratterà solo di collegare quattro cavi e di iniziare le operazioni di attivazione del collegamento.

A dispetto della sua semplicità, il PCS-2000 fornisce prestazioni molto sofisticate: una avanzata gestione della parte video fornisce sempre immagini dettagliate a una chiara riproduzione di testi e disegni sul monitor. Tramite un software a icone, e il telecomando completo di trackball, i partecipanti al meeting potranno poi selezionare immagini «live» o documenti senza staccare gli occhi dallo schermo.

A differenza di altri sistemi commerciali oppure ancora a livello di prototipo, la possibilità di corredare la stazione con uno scanner ad alta risoluzione elimina tutti i problemi di dettaglio e di messa a fuoco quando si devono trasmettere documenti, mentre con l'utilizzo della tavoletta grafica opzionale è sempre possibile scrivere messaggi oppure sovrascrivere su documenti o immagini fisse durante la trasmissione. Infine, tramite la comoda funzione di picture in picture, che permette di tenere sotto controllo il posizionamento della propria telecamera, si potrà intervenire tempestivamente per correggere l'angolo di ripresa. (4096)

**NASCE IN ITALIA IL MARCHIO DI IDONEITÀ DIDATTICA —** Il bisogno di tutelare l'utilizzatore, la scuola e il mercato della didattica, ha fatto nascere a Milano il «marchio di idoneità didattica».

Con questo «segno distintivo», che è stato registrato, si certificheranno le produzioni di una realtà industriale italiana, caratterizzata da elevatissima specializzazione che è stata capace di esportare in 129 paesi del mondo.

Il nuovo marchio è un bene dell'ASDI (c. Domenichino 19, MI), l'associazione italiana dei fabbricanti e dei distributori di materiale didattico che opera da quasi un quarto di secolo per qualificare il prodotto destinato all'insegnamento.

Con questo mezzo di identificazione, che è nuovo, originale ed esclusivo, il sodalizio non si propone di intervenire per garantire la qualità, la sicurezza o proprietà che altri già certificano.

Con il marchio di idoneità didattica l'ASDI vuole unicamente sottolineare la valenza didattica di un prodotto dedicato e specializzato, offrendo contemporaneamente uno strumento di valutazione che consenta di accrescere una cultura specifica attraverso un puntuale riferimento.

D'ora in poi anche il prodotto didattico avrà quindi la sua identificazione; e l'avrà per tutelare, per distinguersi, ma anche per creare una barriera a quei prodotti privi di contenuto che appaiono saltuariamente sul mercato solo per spremerlo dopo averlo disorientato. (4095)

**RICETRASMETTITORE PER SEGNALAZIONE DTMF —** Il ricetrasmettitore DTMF integrato MT8880C della Mitel Semiconductor (In Italia: Celte Srl, viale Lombardia 15-41) è un dispositivo CMOS completamente monolitico con bassa dissipazione di potenza ed altamente affidabile.

Il chip ha un condensatore commutato DAC per segnalazione a bassa distorsione ed altamente accurata. Contatori interni forniscono un modo continuo che consente di trasmettere burst di tono con tempi precisi. Un filtro di avanzamento della chiamata può essere selezionato permettendo ad un processore di analizzare i toni di avanzamento della chiamata. Le informazioni di stato e controllo vengono facilitate con un bus di microprocessore standard. Altre caratteristiche comprendono il tempo di guardia regolabile e il modo avanzamento chiamata.

La normale tensione d'esercizio è di 5'V c.c. con una corrente di alimentazione di 10mA ed un consumo energetico di 52,5 mW. la temperatura di esercizio è compresa tra -40° e +85 °C. L'Mt8880C viene fornito in un DIL, piccole dimensioni e in pacchetti PLCC.

Le applicazioni comprendono sistemi di cercapersone, ripetitori per trasmettitori mobili, dispositivi di chiamata di interconnessione, sistemi di chiamata di custodi e PC dove si richiedono segnalazione da utente a utente e trasmissione dati semplici. (4104)

**LA FORMAZIONE AZIENDALE MEDIANTE CBT** — Il CBT (Computer Based Training) è un metodo di formazione che si sta sempre più consolidando nella grande e media azienda Americana e sta muovendo i suoi primi passi in Italia. In questo periodo di crisi economica la riduzione degli investimenti pesa principalmente sulle spese del personale, tra cui quelle destinate alla formazione. Paradossalmente la necessità delle aziende di avere personale sempre più preparato è aumentata in relazione alla maggiore competitività che ciascuna di esse deve avere nel proprio mercato.

Grazie a queste spinte di segno opposto i metodi di formazione si sono evoluti al fine di massimizzare il rapporto qualità/costo: si sta progressivamente abbandonando il sistema tradizionale di tipo scolastico (aula - docente - allievi) che, pur arricchito di strumenti didattici moderni, conserva i suoi limiti endemici (lo scarso profitto risultante dalla disparità, in termini di preparazione di base e capacità di apprendimento, tra gli studenti che affrontano insieme un qualsiasi corso — i problemi logistici dell'azienda nel programmare la partecipazione ai corsi del proprio personale — i costi di partecipazione e trasferta molto elevati), per approdare al sistema di auto-istruzione.

Questo metodo, che ciascuno studente impiega individualmente, ha il vantaggio di condurre tutti coloro che ne fanno uso al medesimo livello di conoscenza, indipendentemente dalla singola preparazione di base, lasciando allo stesso studente la scelta dei ritmi e dei tempi di apprendimento (non si presenta più l'eventualità di colui che si annoia perché l'argomento che si sta trattando in aula lo conosce già o di colui che non capisce e tace per timore o vergogna). I prodotti didattici di auto-istruzione hanno inoltre il pregio di poter essere riutilizzati per un numero illimitato di studenti, il che riduce progressivamente l'onere dell'investimento iniziale e minimizza le conseguenze del turn-over del personale; essi, infine, sono fruibili all'interno dell'azienda evitando così la trasferta del personale con ovvi vantaggi per quest'ultimo e per l'azienda stessa.

Il metodo di auto-istruzione che si sta più diffondendo, in quanto applicabile a qualsiasi materia, è quello basato sui mezzi audiovisivi; esso però è ancora limitato per ciò che riguarda l'interazione dello studente; egli subisce passivamente la lezione senza possibilità di praticare o simulare in tempo reale ciò che apprende. L'avvento del CD interattivo colmerà parzialmente questa lacuna.

Il CBT, orientato all'auto-istruzione di programmi, procedure o applicazioni informatiche, è quanto di meglio si possa oggi desiderare in tema di formazione. Esso ingloba tutti i vantaggi didattici, logistici ed economici prima descritti, consente la simulazione in tempo reale di ciò che si sta apprendendo e, completato il processo formativo dell'utente, resta sempre a disposizione sul computer di quest'ultimo per essere consultato, on-line, durante l'utilizzazione del programma che è stato oggetto del corso; in questo caso i benefici per l'utente sono di gran lunga superiori a quelli derivanti dalla consultazione dei manuali o dei tradizionali help.

TALETE, azienda informatica impegnata nella fornitura di soluzioni e servizi nell'area dei Sistemi UNIX e Networking eterogeneo, da sempre sensibile ai problemi della formazione informatica nelle aziende, ha creato la divisione CourseWare.

TALETE (v. Belvedere Montello 12 - Roma) distribuisce in esclusiva in Italia un package completo di corsi per l'autoistruzione dell'Ambiente Operativo UNIX e il SOFTWARE AUTORE della ATI, leader di mercato in America, specificamente orientato alla produzione di CBT. La divisione CourseWare di TALETE è in grado di sviluppare corsi di auto-istruzione su specifiche del Cliente.

I corsi per l'auto-istruzione dello UNIX, della programmazione in C e delle interfacce grafiche X-WINDOW e MOTIF, prodotti dalla CTI americana, sono utilizzabili su PC DOS e su tutte le piattaforme UNIX più diffuse. Questi corsi sono, per la maggior parte, disponibili anche in italiano; essi sono altamente interattivi e contengono numerose simulazioni ed esercizi con immediata verifica e correzione. Prossimamente saranno disponibili i corsi per l'auto-apprendimento della programmazione in C++ e della programmazione a oggetti.

AUTHOLOGY, il software di authoring della ATI, può essere facilmente utilizzato da chi, non dotato di particolari conoscenze informatiche, desideri realizzare CBT su argomenti di varia natura. AUTHOLOGY, oltre ad importare qualsiasi file grafico ed utilizzare tecniche di animazione, può far uso di tutti gli strumenti interattivi (tastiera, mouse, tablet, trackball, touchscreen) e di strumenti audio-visivi quali CD, Videodischi, Videoregistratori, ecc. AUTHOLOGY è utilizzabile su PC (DOS o WINDOWS) ed ha una particolarità strutturale che consente di distribuire i CBT creati, oltre che su PC, anche sulle più diffuse piattaforme UNIX. (4100)

**LINGUAGGIO GRAFICO PER IL TRATTAMENTO DEI SEGNALI** — Specialista francese del trattamento dei segnali, OROS (13, Chemins des Prés, Zirst B.P. 26, MEYLAN CEDEX) ha concepito MUSTIG-AU32, un linguaggio grafico adattato alla propria scheda di rilevamento ed elaborazione dei segnali OROS-AU32. Installato su questa scheda dotata di un processore a 32 bit TMS 320C31, MUSTIG-AU32 facilita l'accesso alle tecniche di trattamento del segnale multidimensionale (trasmissione della parola, telecomunicazioni, acustica e vibrazione).

MUSTIG-AU32 è destinato alla ricerca di laboratorio e alle operazioni di modellizzazione per applicazioni industriali. Le sue caratteristiche tecniche sono inedite e offrono evidenti vantaggi di uso.

Funziona in effetti sotto Windows 3 ed è strutturato in modo intuitivo; per valutare e impostare i metodi d'analisi, l'utente non deve far altro che tracciare un diagramma funzionale senza la necessità di scrivere nemmeno una riga di codice. Rapido e interattivo, questo procedimento consente di concentrarsi sulle operazioni di elaborazione dei segnali multidimensionali. MUSTIG-AU32 sfrutta pienamente la potenza di rilevamento e calcolo della scheda OROS-AU32, che costituisce una vera piattaforma di elaborazione in tempo reale dei segnali numerici a 16 bit.

Una libreria integrata tools di acquisizione dati, di visualizzazione grafica a colori, di gestione dei file e di calcolo (calcolo vettoriale e matriciale, Quick Fourier Transport, correlazione, ecc.) e ottimizza l'utilizzazione di MUSTIG-AU32. Completano il quadro algoritmi riutilizzabili sotto forma di macro, strumenti di text editing, spreadsheet e funzioni grafiche che consentono di preparare i documenti per la stampa.

Nella versione per Windows 3, MUSTIG-AU32 può essere installato su PC 386 o 486 con 4 Mb di RAM e una scheda OROS-AU32. MUSTIG-AU32 esiste anche in versione Macintosh o workstatison di lavoro UNIX. (4093)

**AGENDA 3** — La libreria di software per i PSION (In Italia: v. G. Prati 4 - MI) Serie 3 si arricchisce di un nuovo prodotto: si tratta di Agenda 3.

Caratteristica particolarmente importante del prodotto è che i dati elaborati all'interno di questo applicativo possono poi essere importati su qualsiasi PC che opera in ambiente Microsoft Windows. Sui pc da tavolo, Agenda 3 può essere tranquillamente usato come un organizer standalone in ambiente Windows. Per rendere disponibili i dati sia su PC che su Psion Serie 3, il programma ha una funzione di link-up incorporata. Il trasferimento avviene mediante il cavo 3 Link, che si connette alla porta seriale del PC.

L'interfaccia Windows-Like di Agenda 3 e le modalità di funzionamento sono simili a quelle disponibili sul programma Agenda fornito in dotazione con la Serie 3; questo significa che gli utenti del prodotto Psion potranno gestire i loro impegni all'interno di un ambiente familiare.

Una volta avviato, Agenda 3 mostra sul video cinque finestre, ognuna contenente una parte dell'agenda:
— calendario del mese
— pagina della settimana
— appuntamenti
— note del giorno
— cose da fare





Per passare da un'applicazione all'altra si impiegano le stesse combinazioni di comandi utilizzati in ambiente Windows.

Il programma permette di registrare eventi da ricordare (ad esempio un compleanno) per diversi anni successivi oppure da evidenziare lo stesso giorno di ogni mese (ad esempio la scadenza di un pagamento).

È anche possibile attivare un allarme acustico che avvisi dell'imminenza di un appuntamento.

Nella finestra principale in alto a sinistra vi è l'area occupata dalla pagina di calendario del mese, con il giorno corrente evidenziato, modificabile attraverso il menu «View».

Il calendario, come quello inserito nella Serie 3, va dal primo gennaio 1980 al 31 dicembre 2049. Le festività sono indicate in rosso. L'inizio della settimana dipende dalle indicazioni date in fase di default tramite la funzione «Calendar Settings».

Facendo un doppio click su un giorno del Calendario, il programma apre automaticamente l'editor degli appuntamenti ed è così possibile inserire direttamente gli impegni relativi a quel particolare giorno del mese.

La finestra contenente il Calendario può essere spostata o ridotta.

Sotto il Calendario vi è la pagina della settimana, dove appaiono immediatamente tutti gli appuntamenti o le note giornaliere inseriti nelle relative finestre. Essa permette dunque di avere una visione di insieme degli appuntamenti della settimana corrente. Se lo si desidera, è possibile allargare la visualizzazione a due settimane.

Anche questa finestra può essere variamente dimensionata o spostata.

La finesra in alto a destra dello schermo evidenzia tutti gli appuntamenti del giorno dalle 7 di mattina alle 11 di sera (sono comunque disponibili opzioni di modifica).

L'inserimento dei nuovi appuntamenti (possono essere fino a 50 per ogni giornata) può avvenire mediante due modalità: o posizionandosi a livello del giorno e dell'ora desiderati utilizzando i tasti «PgUp» e «PgDn» e scrivendo direttamente sulla linea, oppure inserendo i dati nell'apposita finestra di editing.

Gli appuntamenti che si sovrappongono sono indicati da una linea verticale a sinistra dell'ora, o delle ore, coincidenti.

L'attivazione di eventuali segnali di allarme è indicata da un piccolo cerchio barrato a croce accanto all'appuntamento, mentre gli impegni ricorrenti sono marcati da 3 puntini.

Questa finestra evidenzia una lista di tutte le note di un particolare giorno. Agenda 3 permette di inserire fino a 50 note per ogni giorno.

Tutte le note sono mostrate secondo l'ordine del loro inserimento.

Le note delle attività da fare sono appunti di carattere più generale, non direttamente connessi a un determinato giorno o a un'ora particolare. Anche in questo spazio è possibile inserire fino a 50 note diverse ed indicare livelli di priorità da 1 a 9. Le note verranno mostrate innanzitutto in base a queste priorità e poi in base al loro ordine di inserimento.

È possibile utilizzare diverse applicazioni Agenda 3 contemporaneamente, passando, ad esempio, dall'organizer di lavoro a quello per gli impegni privati.

Agenda 3 dispone, inoltre, di una preziosa funzione di ricerca, che permette di ritrovare la data e l'ora di determinati appuntamenti. Scegliendo la funzione «Find» sul meno Search, è possibile inserire una stringa di testo riferita all'appuntamento di cui si è dimenticata l'occorrenza.

Psion è un'azienda inglese, fondata nel 1980 come software house e successivamente specializzatasi nella produzione di piccoli personal computer portatili, i cosiddetti «hand held» computer o palmari, per utilizzazione corporate e consumer.

Attualmente, la società sviluppo, produce e commercializza computer palmari, prodotti di comunicazione dati, sistemi custom per le aziende e software.

Le competenze di Psion nell'ambito dello sviluppo sofware sono state applicate alla messa a punto di word processor, spreadsheet, database, programmi di grafica, sistemi operativi, linguaggi, applicazioni di comunicazione specificamente studiati per le caratteristiche dei suoi prodotti hardware. (4099)

**IMPIANTO DI COMUNICAZIONE INTERNA PER ASCENSORI** — L'high-tech norvegese ha ottenuto il maggior riconoscimento dopo l'attentato di aprile al World Trade Center di New York, che ha causato la morte di sei persone e il ferimento di un altro migliaio. Un impianto di comunicazione interna per ascensori, prodotto dalla società Stentofon di Trondheim, ha consentito alle forze di soccorso di comunicare con le persone rimaste imprigionate nei 249 ascensori del centro durante l'opera di salvataggio, per più di quattro ore dall'esplosione.

Questo nonostante che la bomba fosse esplosa a soli 10-12 metri dalla centralina dell'impianto di comunicazione.

La centralina, alta quasi due metri e del peso di alcune centinaia di chili, è stata divelta e scagliata più in là dall'esplosione, ma ha continuato a funzionare. Ai 102 piani del centro è stata tolta la corrente per evitare il rischio di incendi.

Nonostante questo la centralina Stentofon ha continuato a funzionare grazie alle batterie di emergenza che sono entrate immediatamente in funzione ed hanno permesso le comunicazioni fino a quando l'ultima persona è stata tratta in salvo dagli ascensori, dopo quattro ore di lavoro. Solo gli accessori che avevano avuto i cavi tagliati dall'esplosione, sono rimasti esclusi dalle comunicazioni.

L'impianto Stentofon ha permesso alle forze di soccorso di ottenere informazioni importantissime sul numero di persone presenti nell'edificio e sul loro stato di salute. Grazie all'impianto Stentofon è stato possibile impedire che si diffondesse il panico tra gli occupanti, una situazione che avrebbe compromesso gravemente l'esito dei soccorsi. Il personale di servizio della società distributrice dei prodotti Stentofon, IPC, è stato impegnato 24 ore su 24 sin dal giorno seguente all'esplosione. In seguito la centralina è stata completamente ripristinata e la polvere di cemento è stata rimossa da tutti i circuiti stampati, che sono stati accuratamente ricontrollati. Durante questi interventi, l'impianto è rimasto in *esercizio continuo*.

La centralina è stata costruita per funzionare ed ha funzionato come previsto in una situazione di emergenza, commenta Rich Wolf, responsabile della IPC. Per motivi di sicurezza, il proprietario dell'edificio, la New York Port Authority, ha in ogni caso ordinato un nuovo impianto dello stesso tipo.

Foto: Il World Trade Center domina tra i grattacieli di Manhattan — visto dallo Staten Island Ferry. L'esplosione in questo edificio di 107 piani, non è riuscita a danneggiare l'impianto di comunicazione della Stentofon norvegese. (4091)

**NUOVO RADDRIZZATORE PER COMMUTAZIONI ULTRAVELOCI** — La Power Semiconductor Division di General Instrument (in Italia: v. Cantù 11 - Cinisello Balsamo, MI) ha esteso la propria gamma di efficienti raddrizzatori veloci FE1 con il lancio della nuova serie BYV26D/E. Questo raddrizzatore ermeticamente sigillato è un dispositivo con giunzione passivata in vetro che offre tempi di recupero molto brevi grazie alla sua struttura epitassiale. Il componente è caratterizzato da una tensione inversa massima di picco di 800V (BYV26D) o di 1000V (BYV26E).

Il raddrizzatore è stato progettato per l'uso in alimentatori switching e in inverter ad alta frequenza, ove risultano importanti alte tensioni di uscita e basse perdite di commutazione.

Altre caratteristiche comprendono una bassa caduta di tensione, capacità di sopportare elevate correnti medie e di picco e collegamenti interni realizzati metallurgicamente, senza contatti a compressione. L'intervallo operativo di temperatura va da −65 a +175°C.

(4072)

**LE AUTO SAAB SCELGONO I PROCESSORI MOTOROLA** — Il modello Saab 9000 2.3 Turbo del 1993 verrà equipaggiato con una nuova unità di controllo del motore, chiamata Saab Trionic, basata sul microprocessore MC68332 Motorola. Il 332 vanta una potenza di elaborazione pari a quella di un moderno PC.

Quando Motorola ha cominciato a diffondere i dati su MC68332, nella metà del 1989, in Saab c'era una forte attesa per la possibilità di progettare il loro sistema di controllo attorno al nuovo processore. Uno dei moduli del processore era stato però sviluppato appositamente per General Motors e di conseguenza era General Motors ad avere la precedenza sugli altri produttori di automobili. La fusione tra General Motors e Saab Auto avvenuta alla fine del 1989 ha comunque risolto il problema.

Mecel, una consociata di Saab, iniziò immediatamente lo sviluppo dell'hardware: secondo la società di Stoccolma, Saab, è stata la prima fra le consociate General Motors ad utilizzare il processore MC68332 per la produzione di sistemi di controllo per auto.

Saab Trionic ha 19 porte di ingresso per i sensori che controllano l'iniezione, la posizione del volano, il contenuto di ossigeno dei gas di combustione, la temperatura dell'acqua di raffreddamento, l'iniezione, la pressione turbo, la posizione della farfalla, la temperatura ambiente, la velocità del veicolo, ecc. Il sistema esegue le correzioni richieste dalle variazioni degli elementi esterni, per esempio un improvviso cambiamento di posizione della valvola a farfalla, cambiando gli angoli di accensione e la posizione dei pulsori a iniezione. Il sistema è anche in grado di analizzare distintamente ogni evento di accensione e di combustione e nei casi di combustione non controllata o di battito in testa, per esempio, può prendere le opportune misure correttive.

Da quando il sistema di accensione Saab è diventato a scarica capacitiva, la candela di accensione ha acquisito la capacità di agire come un sensore per il battito in testa. Il normale sensore previsto quindi è stato eliminato.

Il controllore Motorola 68332 è progettato attorno al nucleo del processore ed è stato integrato con unità periferiche intelligenti, memorie e logica di interfaccia.

Il nucleo del processore, la CPU 32, si basa sul processore 68020 che dà prestazioni tre volte più elevate dell'originale 68000: 2,5 MIPS.

La CPU 32 è collegata direttamente sul chip alle unità periferiche come per esempio i circuiti timer, il modulo di integrazione del sistema (SIM) ed il co-processore, attraverso una struttura di bus (Intermodule Bus, IMB) che applica gli standard di costruzione uniformi. Lo sviluppo futuro di soluzioni di circuiti con funzioni periferiche aggiunte non porrà quindi problemi: questo significa che i tempi di commercializzazione di nuovi prodotti verranno ridotti.

L'individuazione dell'errore, il test e lo sviluppo sono facilitati dall'integrazione di moduli di debug che possono essere usati ad esempio per la diagnostica dei prodotti finiti aggiungendo un minimo di logica esterna.

Il modulo SIM è composto da alcuni sottosistemi e da interfacce logiche come i circuiti protettivi, circuiti di interrupt e da un sintetizzatore di clock. Grazie a quest'ultimo, il 68332 può essere pilotato da un clock a cristalli di 32KHz. Il modulo SIM sostituisce circa una dozzina di chip periferici.

68332 è un processore ad alta densità di packing ed un basso consumo di energia (meno di 1W). Nel modo a basso consumo il circuito consuma soltanto un milliwatt circa.

Il co-processore TPU (Time Processing Unit) che presiede al controllo degli eventi correlati all'aspetto «tempo» è una parte importante del 68332. Il TPU assiste la CPU e può analizzare e creare funzioni di tempo molto complesse.

La strategia di Motorola è diretta alla customizzazione dei prodotti basati sul 68300, allo scopo di renderli idonei alle applicazioni speciali che possono poi utilizzare la vasta quantità di software disponibile per la serie 68000.

(4064)

**CHIP DIDATTICO PER L'ISTRUZIONE SECONDARIA** — Un Consorzio formato da educatori e uomini d'affari scozzesi ha creato il primo «Chip didattico» del mondo.

Il Consorzio, costituito da Motorola, dall'Università di Edimburgo, da Compugraphics e da Scottish Enterprise, ha investito più di 100.000 sterline (circa 220 milioni di lire) in un progetto che ha lo scopo di porre la struttura scolastica scozzese all'avanguardia nel mondo nell'insegnamento dei principi che regolano i complessi microchip del giorno d'oggi.

Cento istituti scolastici in Scozia riceveranno un pacchetto didattico contenente alcuni set di microchip; ogni chip dispone di una finestra di ispezione in vetro che consente agli studenti di esaminare dal vivo i microscopici elementi elettronici diffusi nel silicio. I set consentono di condurre interessanti esperimenti volti a dimostrare con semplicità come lavorano dei dispositivi che sono alla base di una vasta gamma di prodotti dell'industria elettronica moderna.

Il Pacchetto Didattico contiene quattro circuiti integrati costruiti per usi specifici, un set di documentazione destinato agli insegnanti e materiale di studio che deve essere distribuito agli allievi per le attività di laboratorio. I chip utilizzano tutti la tecnologia CMOS Motorola e sono stati prodotti nella fabbrica MOS1 della società, che ha sede a East Kilbride. Il progetto è il risultato di uno sforzo congiunto dell'Università di Edimburgo e di Motorola che hanno utilizzato le maschere, indispensabili al processo di fabbricazione, messe a disposizione da Compugraphics.

Allo scopo di facilitare le spiegazioni contenute nel pacchetto, tutta l'attività di sperimentazione è stata descritta secondo le definizioni contemplate nel corso di Fisica dei corsi superiori. Ciò non toglie che alcuni esempi possano essere affrontati anche da studenti di 12/13 anni ed illustrano le proprietà elettriche base di alcuni materiali.

All'opposto, sono previsti molti esperimenti che per la loro complessità si adattano agli studenti dei corsi di elettronica o di fisica di livello più elevato.

Tony Joyce, Presidente del Comitato del «Teaching Chip», ha sottolineato come il prodotto finale rappresenti l'esempio più illuminato di stretta collaborazione e coesione fra il mondo industriale e quello dell'istruzione. Oltre ai quattro gruppi fondatori del Consorzio, hanno profuso il loro impegno anche alcuni organi chiave del settore della formazione che hanno lavorato per assicurarsi che il materiale didattico fosse in linea con i corsi di studio.

A questo proposito, Tony Joyce ha commentato: «Questa fase del lavoro ha consentito di fornire alla scuola degli strumenti di insegnamento e di apprendimento fino ad ora impensabili: non si vede perché questo progetto non possa venire esteso a tutti gli istituti di istruzione secondaria della Scozia. Siamo convinti che il Chip Didattico, possa favorire la comprensione e suscitare l'entusiasmo per il mondo della microelettronica».

(4071)





# ATTIVITÀ INTERNAZIONALE
## nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva

a cura di R. CAPRA

### LA CONFERENZA MONDIALE PER LA NORMALIZZAZIONE DELLE TELECOMUNICAZIONI HA TERMINATO I SUOI LAVORI: APPROVATE PIÙ DI 450 NORME E ADOTTATO IL NUOVO PROGRAMMA DI LAVORO PER IL PERIODO 1993-1996

12 marzo 1993

La Conferenza mondiale per la normalizzazione delle telecomunicazioni ha concluso i suoi lavori venerdì 12 marzo 1993. Quattrocentocinquantanove delegati, rappresentanti 68 paesi e 8 organizzazioni internazionali[1] hanno preso parte a questa Conferenza che si è inaugurata ad Helsinki (Finlandia) il 1° marzo e che è stata presieduta da Seppo J. Halme, Professore all'Università di tecnologia di Helsinki, assistito da 5 Vice-Presidenti: Sigg. J. J. Silva (Brasile), Wang Zhanning (Cina), Y. A. Tolmachev (Russia), S. Mbaye (Senegal) ed E. S. Barbely (USA).

La Conferenza aveva come obiettivo principale quello di razionalizzare ancora di più le attività del Settore che si occupa della normalizzazione delle telecomunicazioni dell'UIT[2] in modo da accrescere la propria competitività nel campo della normalizzazione mondiale. Il processo era stato intrapreso a Melbourne nel 1988, all'ultima riunione dell'Organismo ufficialmente responsabile per la normalizzazione presso l'UIT (all'epoca si chiamava «*Assemblea Plenaria*»). La Conferenza di Melbourne ha completamente rimaneggiato la struttura, l'organizzazione, la documentazione e i metodi di lavoro. Essa ha adottato, fra gli altri, un metodo che permette di approvare le norme non appena sono giudicate sufficientemente mature e stabili per rispondere ai bisogni dell'industria e del mercato.

A Helsinki, l'UIT ha fatto un passo in avanti. La Conferenza ha deciso di creare un Gruppo consultivo che avrà il compito di studiare le priorità e le strategie da seguire nel quadro delle attività del Settore preposto alla normalizzazione delle telecomunicazioni, di esaminare i progressi fatti nell'esecuzione del proprio programma di lavoro e di raccomandare le misure volte a facilitare la cooperazione ed il coordinamento con altri organi di normalizzazione e altre organizzazioni che si interessano alla normalizzazione delle telecomunicazioni. Tenuto conto dell'evoluzione delle necessità, il Gruppo consultivo per la normalizzazione delle telecomunicazioni (GCNT) fornirà consigli circa le appropriate modifiche da apportare all'ordine di priorità dei lavori delle Commissioni di studio per adattare la produzione alle richieste del mercato, dell'industria e degli utilizzatori. Inoltre, raccomanderà la creazione di Gruppi misti di coordinamento (GMC) quando gli argomenti esaminati lo richiederanno e proporrà miglioramenti ai metodi di lavoro del Settore, ogni volta che lo giudicherà necessario.

Il GCNT darà inoltre la possibilità di aprire l'UIT alle nuove forze che formano il mondo delle telecomunicazioni. La Commissione ha designato il Sig. B. Horton (Australia) quale Presidente del GCNT e il Sig. J. M. Fanjul Caudevilla (Spagna) quale Vice-Presidente.

Inoltre, la Conferenza ha creato dei nuovi meccanismi per assicurare il coordinamento dei lavori quando le questioni esaminate richiedono l'intervento di più Gruppi di esperti o presentano anche un interesse per gli esperti delle radiocomunicazioni. Questi Gruppi, chiamati «Gruppi misti di coordinamento» (GMC) (per il coordinamento intrasettoriale), e i «Gruppi di coordinamento intersettoriale» rivestono il ruolo di facilitare l'elaborazione e il coordinamento delle norme nei dettagli voluti, permettendo tuttavia di evitare le sovrapposizioni o le lacune. I lavori propriamente detti saranno a carico delle competenti Commissioni di studio e saranno sottoposti al processo di approvazione normale. I GMC dovranno così assicurare il coordinamento con organizzazioni di normalizzazioni esterne, quali l'ETSI, il TTC o il T1[3].

I campi di studio che si propone di affidare ai GMC sono i seguenti: reti di gestione delle telecomunicazioni (RGT), telecomunicazioni personali universali (UPT), RNIS a banda larga, servizi audiovisivi/multimediali, qualità del servizio e prestazioni della rete. Poiché tre di questi argomenti sono anche al centro dei lavori del Gruppo di collaborazione per la normalizzazione mondiale della Conferenza interregionale di normalizzazione — associazione di organismi per la normalizzazione che raggruppa l'ETSI, il TTC, il T1 e l'UIT — gli effetti scontati di sinergia dovrebbero permettere di ottenere risultati molto positivi in queste aree essenziali.

Inoltre, la Conferenza ha deciso che saranno stabiliti programmi per il trattamento elettronico dei documenti (EDH) data l'importanza critica delle funzioni EDH per il processo di normalizzazione. A tal fine, un Gruppo EDH sarà costituito nel quadro del Gruppo consultivo per la normalizzazione delle telecomunicazioni (GCNT). Esso sarà incaricato di esaminare e studiare l'evoluzione delle necessità degli utilizzatori e di seguire lo sviluppo dell'EDH per rispondergli. La Conferenza ha riconosciuto che era necessario fare convergere, a lungo termine, gli

1 Istituto europeo delle norme per telecomunicazioni (ETSI), Organizzazione europea di telecomunicazioni via satellite (EUTELSAT), Commissione elettrotecnica internazionale (CEI), Organizzazione internazionale delle comunicazioni marittime via satellite (INMARSAT), Organizzazione internazionale per le telecomunicazioni via satellite (INTELSAT), Associazione internazionale degli utilizzatori di telecomunicazione (INTUG), Organizzazione internazionale di normalizzazione (ISO) e Unione postale universale (UPU).

2 L'UIT è un'organizzazione intergovernativa dove il settore pubblico e quello privato cooperano per sviluppare le telecomunicazioni e per armonizzare le politiche nazionali sulle telecomunicazioni. L'UIT adotta regolamenti e trattati internazionali, regolando tutti gli usi dello spettro delle frequenze radioelettriche per i servizi terrestri e spaziali, nonché l'utilizzazione dell'orbita dei satelliti geostazionari, formando un quadro all'interno del quale i paesi adattano la loro legislazione nazionale; elabora le norme per assicurare l'interconnessione dei sistemi di telecomunicazione su scala mondiale, qualunque sia il tipo di tecnologia utilizzata, e per incoraggiare il progresso delle telecomunicazioni nei paesi in via di sviluppo.

3 Si tratta di organi regionali di normalizzazione per l'Europa, per il Giappone e per l'America del Nord.

strumenti EDH di normalizzazione verso un'applicazione fondata su un modello EDH omologato e approvato dalla CMNT. Quest'ultima ha confermato che per questo sarà necessario concludere accordi provvisori fondati sulla base architettonica auspicata: ODA e X.400, cosa che necessiterà in seguito di stabilire un piano di avanzamento. È stata anche sottolineata la necessità di mettere a punto interfacce e sistemi facili da utilizzare per rispondere alle necessità degli utilizzatori.

La CMNT ha anche proceduto al lancio ufficiale dell'ITUDOC, il servizio di scambio di documenti elettronici dell'UIT — non soltanto i documenti amministrativi e di informazione generale, ma anche i testi completi delle norme per le telecomunicazioni dell'UIT approvati a partire dal 1988. Gli utilizzatori dell'ITUDOC hanno quindi già accesso immediato all'ultima versione di tutte le norme recenti. Quando l'informazione diventa un bene di consumo sempre più effimero, ITUDOC aumenta il valore dei documenti dell'UIT relativi alla normalizzazione, a profitto della comunità degli utilizzatori nel suo insieme. Alla conferenza è anche stata annunciata la presentazione di tutte le norme per le telecomunicazioni dell'UIT su compact disc (CD-ROM). Il sig. Tarjanne ha dichiarato ai partecipanti: «*Oggi, l'annuncio di una nuova pubblicazione sotto forma interamente elettronica illustra perfettamente la politica del cambiamento che l'attuale Conferenza si è impegnata a rinforzare. Ciò dimostra come ci sforziamo d'inserire le tecniche più moderne nelle nostre attività di pubblicazione. Oltre alla forma stampata classica, (che resterà ancora per lungo tempo un importante supporto delle nostre pubblicazioni) nonché il rapido inoltro grazie al servizio di consultazione diretta ITUDOC*», ha aggiunto, «*noi vi forniamo ormai le Raccomandazioni su compact disc, utilizzabili sui vostri calcolatori personali. Nel campo molto concorrenziale dell'editoria, ci riteniamo obbligati a passare ad una specializzazione dei prodotti, con relative appropriate tariffe, a mettere a punto nuovi canali di distribuzione ed a intraprendere tutti gli sforzi per la promozione di questi prodotti*».

Infine, il meccanismo adottato a Melbourne, che si era tradotto in un notevole miglioramento dei dettagli di disponibilità delle norme (passate in media da 4 anni a 18 mesi), è stato confermato per quanto riguarda i punti essenziali. Tuttavia sono state introdotte alcune clausole di salvaguardia supplementari per tener conto delle preoccupazioni epresse dai paesi in via di sviluppo[4]. Per esempio, se un paese si considera sfavorevolmente penalizzato da una Raccomandazione approvata secondo la procedura di approvazione accelerata, può sottoporre il caso al Direttore del Bureau per la normalizzazione delle telecomunicazioni, che incaricherà la Commissione di studi competente per l'esame immediato. Queste misure dovrebbero anche aiutare l'UIT ad adattarsi alle tendenze dinamiche e continue che caratterizzano l'ambiente della normalizzazione. Permetteranno infatti di accelerare l'elaborazione delle norme e di renderla più efficace, di pubblicare rapidamente queste norme, di rafforzare la concertazione con altre organizzazioni mondiali e regionali, di sorvegliare in permanenza le necessità del mercato, dell'industria e degli utilizzatori, di adattare i lavori del Settore per la normalizzazione delle telecomunicazioni in modo da rispondere a queste necessità e, in generale, di dare un orientamento strategico alle attività dell'UIT. L'allargamento della partecipazione ai lavori di normalizzazione dell'UIT (compreso il processo decisionale), con la riaffermazione dei diritti e degli obblighi relativi, è una questione che sarà sottoposta alla prossima Conferenza dei plenipotenziari, tenendo conto delle Raccomandazioni formulate dal Consiglio dell'UIT.

La Conferenza ha approvato il programma di lavoro delle 15 Commissioni di studio che si riuniranno nei prossimi tre anni. Le Commissioni di studio sono dei Gruppi di esperti il cui ruolo è quello di elaborare norme per i sistemi, le reti e i servizi di telecomunicazione, nonché per lo sfruttamento, la qualità di funzionamento e il mantenimento degli apparati. I loro lavori interesseranno anche i principi di imposizione di tariffe e i metodi di compatibilità applicabili alle telecomunicazioni internazionali. Il programma di lavoro per il periodo 1993-96 comprende 289 Questioni che trattano all'incirca tutti gli aspetti delle telecomunicazioni e questioni molto diverse: nuovi servizi RNIS, servizi d'annuario per i servizi di telematica, principi di imposizione di tariffe da applicare ai servizi delle reti virtuali mondiali oppure alle reti intelligenti, servizi di gestione delle reti clienti, telecopie a colori, interfacce di comunicazione programmabili, servizi di telematica su RNIS, architettura a lungo termine delle reti intelligenti e insiemi di capacità per reti intelligenti, specifiche della segnaletica per i futuri sistemi mobili terrestri pubblici di telecomunicazione (FSMTPT), telecomunicazioni per gli handicappati fisici, servizi video integrati, servizi di dati a larga banda senza collegamento sul RNIS-LB, sistemi ottici, apparati SDH e ATM — per citarne solo alcuni.

La Conferenza ha inoltre esaminato il trasferimento di Questioni dal Settore delle radiocomunicazioni al Settore per la normalizzazione delle telecomunicazioni per raggruppare le attività di normalizzazione. Un certo numero di punti devono essere iscritti il più rapidamente possibile al programma di lavoro per la normalizzazione delle telecomunicazioni. Gli studi relativi ad argomenti che il Settore delle radiocomunicazioni ha giudicato conveniente trasferire al Settore per la normalizzazione delle telecomunicazioni, ma che sono ugualmente di suo interesse, saranno aperti agli specialisti interessati del Settore delle radiocomunicazioni senza obblighi finanziari supplementari.

La CMNT ha designato delle Commissioni di studio incaricate di coordinare ogni argomento. Tutte le Questioni, come vengono attualmente formulate dal Settore delle radiocomunicazioni, nonché gli elementi che devono essere trasferiti, saranno sottomessi al Presidente di ciascuna Commissione di studio incaricata del coordinamento. Queste Commissioni di studio avranno come missione di coordinare le domande delle altre Commissioni di studio riguardanti gli elementi di lavoro da trasferire.

I Presidenti delle Commissioni di studio incaricate del coordinamento esamineranno con le Commissioni di studio competenti del Settore delle radiocomunicazioni come integrare gli argomenti da studiare nel loro programma di lavoro e proporranno Questioni corrispondenti. Determineranno anche quali sono le Commissioni di studio per la normalizzazione delle telecomunicazioni o del Settore delle radiocomunicazioni che saranno incaricate di studiare queste Questioni e in seguito informeranno il Direttore del TSB. Quest'ultimo sottoporrà allora i risultati di questo lavoro alla riunione di giugno del GCNT. Una riunione del GCNT e del Gruppo ad hoc per il Settore delle radiocomunicazioni, che deve tenersi nel mese di giugno 1993, deciderà ufficialmente l'integrazione delle Questioni nel programma di lavoro con l'applicazione di una procedura di approvazione stabilita o con altri mezzi raccomandati dal GCNT, L'Assemblea delle radiocomunicazioni del prossimo novembre sopprimerà queste Questioni dal programma di lavoro del Settore delle radiocomunicazioni.

Nel suo discorso di chiusura, il Segretario generale, il Sig. Pekka Tarjanne, ha dichiarato che le misure prese dalla Conferenza costituiscono un nuovo passo sulla via del processo di riforma in corso all'UIT e che dovranno contribuire a mantenere il ruolo preminente dell'Unione nel campo della normalizzazione. Ha aggiunto: «*il solo modo per riuscire è di guardare all'avvenire. Secondo me, i risultati di questa Conferenza costituiscono un buon trampolino, associati ai risultati della Conferenza supplementare dei plenipotenziari, per l'azione futura*». Ha proseguito: «*La Conferenza dei plenipotenziari tenutasi a Nizza nel 1989 ha portato a un cambiamento fondamentale nel Settore dello sviluppo; la Conferenza supplementare dei plenipotenziari tenutasi a Ginevra ha portato cambiamenti fondamentali nel Settore delle radiocomunicazioni. Il Settore per la normalizzazione delle telecomunicazioni ha fatto piccoli passi avanti a Melbourne nel 1988. A Nizza nel 1989, a Ginevra nel 1992 e ad Helsinki nel 1993. Tuttavia, questo non è sufficiente*», ha sottolineato il Sig. Tarjanne «*al fine di poter raccogliere le sfide che ci attendono, occorre che facciamo ancora di più. Mi aspetto dunque molto più lavoro, molti più cambiamenti nel 1994 a Kyoto e nel 1996 o 1997 alla prossima CMNT*».

Il Sig. Halme, Presidente della Conferenza, ricapitolando i risultati principali, ha detto che l'adozione di oltre 450 norme, appartenenti per la maggior parte alla serie Q, traducevano l'importanza crescente delle reti e dell'intelligenza ripartita. Uno dei compiti più importanti della CMNT 93 è stato quello di costituire il Gruppo consultivo per la normalizzazione delle telecomunicazioni che verrà chiamato a giocare un ruolo di primo piano per l'avvenire del Settore per la normalizzazione delle telecomunicazioni. La designazione degli esperti che dirigeranno i lavori delle commissioni di studio durante i prossimi anni rappresentava un punto essenziale all'ordine del giorno. «*Dopo lunghe discussioni*», ha detto il Presidente, «*siamo potuti pervenire a compromessi accettabili che guideranno i nostri lavori futuri*».

Il Ministro dei trasporti e comunicazioni, il Sig. Ole Noorback, ha salutato i lavori fatti dalla Conferenza come «*grandi progressi realizzati nel campo della normalizzazione delle nuove reti e delle nuove applicazioni*». «*Lo sviluppo delle reti numeriche a integrazione dei servizi a banda larga porterà nuove possibilità a livello di posti di lavoro*« ha dichiarato. «*I nuovi tipi di servizi di telematica e di radiodiffusione devono notevolmente svilupparsi e la crescente espansione delle tecniche delle reti intelligenti attenuerà i problemi che abbiamo incontrato in Finlandia quando è stato attuato il piano di numerizzazione*» ha aggiunto il Ministro. Il Sig. Noorback ha ricordato che le guerre e i tumulti che sconvolgono alcuni paesi del mondo rendono inutili le telecomunicazioni e tendono a distruggere i risultati d'un paziente lavoro ed ha concluso: «*Speriamo di poter elaborare e costruire una rete mondiale nella pace e che i popoli abbiano la libertà di scambiare informazioni e riflessioni con gli uomini di tutti i paesi*».

(4111)

4 Vedere il comunicato stampa UIT/93-1 del 23 febbraio 1993.



## CONSIDERAZIONI SULLA QUALITÀ TELEVISIVA

Montreux, 15 giugno 1993

Sull'argomento della qualità riportiamo, opportunamente tradotto in lingua italiana, l'intervento che Maurizio Ardito, responsabile dei Sistemi Avanzati di Produzione del Centro Ricerche RAI, ha effettuato alla Tavola Rotonda che ha concluso i lavori della sessione «Enhanced Television System» tenutasi il 15 giugno 1993 nell'ambito del 18th International Television & Technical Exhibition di Montreux.

«Poiché si sta discutendo di sistemi migliorati, vorrei parlare di qualità, in quanto il primo requisito di un sistema migliorato deve essere una migliore qualità dell'immagine e del suono. Devo confessare che mi sento un po' fuori moda, a parlare di qualità. Ciò che mi preoccupa è la politica dei piccoli passi, che consiste nel comparare:

- un'immagine S-VHS con un'immagine PAL e dimostrare che la differenza non è molto grande (specialmente se l'immagine scelta manca di dettagli fini di crominanza);
- un'immagine a 720 pixel per riga con una con 960 e dimostrare che esiste una differenza davvero piccola (soprattutto se per generare la sequenza si è usata una telecamera di tipo convenzionale con il correttore d'apertura regolato in modo da minimizzare il cross colour e quindi in modo da comprimere l'energia nella regione da zero a 4 MHz);
- se la differenza fra 720 e 960 è piccola, non vi è ragione di ritenere che la differenza nel caso di 960 e 1440 pixel sia maggiore;
- infine, tutti sanno che esiste una minima differenza fra 1440 e 1920 pixel (soprattutto se si utilizza un display non atto a mostrare alcuna differenza nella corrispondente regione dello spettro).

Sulla base di tale approccio, ed applicando la proprietà transitiva, è possibile dimostrare che vi è una minima differenza fra VHS e HDTV, pertanto il primo grande passo verso la HDTV è la diffusione di immagini con qualità VHS.

A questo punto seguono le dimostrazioni. Viene presentata una sequenza codificata ad un bit-rate bassissimo. La qualità non è del tutto cattiva e, se chiedete ad un esperto dirà che è ottima, in quanto conosce le difficoltà della realizzazione di tale operazione. Se l'esperto è contento evidentemente si tratta di un sistema a qualità migliorata. Tuttavia: la sequenza non è stata codificata in tempo reale; proviene da un film e pertanto presenta solo metà della risoluzione temporale; è in formato letterbox e quindi il 30% delle righe sono nere; il movimento è lento oppure veloce, ma in quest'ultimo caso lo sfondo è completamente fuori fuoco.

Se tale sistema viene adottato per riprendere una partita di calcio, il risultato che si ottiene è veramente disastroso. In questo caso l'immagine è completa, ricca di dettagli di luminanza e crominanza, e se per ridurre gli «artifacts» si limita la velocità con cui la telecamera segue l'azione, si correrà il rischio di perdere il goal. Ecco dunque un ulteriore miglioramento, questa volta nel senso artistico e creativo di interpretare una partita di calcio.

In conclusione, vi suggerisco di non credere ai vostri occhi, ma di affidarvi al giudizio dei gruppi internazionali UER e CCIR, in cui risiede una notevole esperienza nel giudicare la qualità delle immagini. Il primo importante passo è quello di definire ciò che si intende per HDTV, EDTV e SDTV. Per fare ciò occorre tenere in conto i parametri alquanto complessi relativi alle condizioni di visione comprese le caratteristiche e le dimensioni del display. Fortunatamente non si parte da zero in quanto esiste una raccomandazione preliminare del CCIR che tratta questo tema» (Draft New Recommendation 11/60 - 12 dicembre 1991: Relative quality requirements of conventional enhanced and high-definition television).

(4106)

## DIMOSTRAZIONE DRIVE - GEMINI AL CENTRO RICERCHE RAI

Torino, 26 giugno 1993

Tra i temi che sollecitano l'attenzione ed anche l'interesse del grande pubblico, c'è certamente la richiesta di servizi e tecnologie che aiutino gli automobilisti, fornendo informazioni continue e in tempo reale sul traffico. Servono dunque infrastrutture per conoscere, comunicare e trasportare queste informazioni.

La radio, a questo proposito, offre una soluzione tecnologica particolare, poiché invia all'automobilista un messaggio esclusivo, perché personalizzato sulla base delle sue esigenze.

Questa soluzione tecnologica è il Radiodata (RDS), la ricerca diretta delle stazioni, già operante in tutte le nazioni europee, sulle reti radiofoniche a modulazione di frequenza, nato proprio con l'intento di dare una risposta adeguata a questo problema. Una parte della capacità trasmissiva del Radiodata può

essere assegnata ad un Canale per Messaggi sul Traffico (TMC: Traffic Message Channel), che costituisce un nuovo servizio dedicato agli automobilisti.

Il sistema RDS-TMC, permetterà la trasmissione di messaggi sul traffico, attinti da un repertorio concordato a livello europeo, codificandoli secondo il protocollo ALERT (Advice and problem Location for European Road Traffic).

ALERT è stato sviluppato dalla Commissione della Comunità Europea in collaborazione con la Conferenza Europea dei Ministri dei Trasporti (ECMT) e con l'Unione Europea di Radiodiffusioe (UER). I messaggi codificati vengono elaborati nell'autoradio e inviati ad un sintetizzatore vocale multilingue, oppure ad una stampante o ad altri dispositivi di uscita (display).

E poiché l'unità europea è virtualmente in corso, al di là del travaglio burocratico dell'approvazione dei trattati, e ha un andamento per fortuna irreversibile, è stato predisposto il programma europeo DRIVE, dedicato alle infrastrutture stradali per la sicurezza dei veicoli, nell'ambito del quale la Commissione delle Comunità Europee ha dato una grande disponibilità di risorse per l'introduzione delle tecnologie informatiche e telematiche atte a risolvere i problemi legati al traffico e ai trasporti.

Il programma, iniziato nel gennaio '92, e che durerà tre anni, vede la partecipazione di ben 500 partner.

In questo programma, si inserisce l'intervento del progetto GEMINI (Generation of Message, in the New IRTE - Integrated Road Transport Environment) con l'obiettivo di sviluppare un sistema integrato per l'informazione all'automobilista, con particolare riguardo alle reti RDS-TMC e VMS (Variabile message Sign). I paesi europei interessati da questo progetto sperimenteranno contemporaneamente le diverse tecniche di RDS e le valuteranno sulla base dei risultati ottenuti.

L'Italia in queste ricerche è rappresentata da un gruppo che copre interamente la gamma dei settori operativi ed è coordinata da MIZAR AUTOMAZIONE S.p.A. L'obiettivo di questo consorzio è di allestire, entro due anni, un sistema dimostrativo su un tratto dell'autostrada BRESCIA - TRIESTE (noto nel progetto come «corridoio italiano») con messaggi irradiati sulle reti radiofoniche MF della RAI.

Le attività svolte nel campo delle telecomunicazioni e della ricerca scientifica, hanno consentito al Centro Ricerche RAI di Torino, di svolgere un ruolo determinante come punto di riferimento tecnologico del progetto. A questo proposito, è stata organizzata il 26 maggio, proprio al Centro Ricerche RAI, una dimostrazione, che con successo ha anticipato le caratteristiche di attuazione e le prestazioni tecniche del sistema RDS-TMC. In occasione di tale incontro è opportuno segnalare l'intervento del Dott. PISERCHIA, responsabile del Coordinamento radiofonico della RAI, il quale ha parlato dei nuovi servizi offerti dalla RAI e delle prospettive tecnologiche ad essi collegate, tra cui naturalmente anche l'RDS-TMC, evidenziando la centralità della radio come mezzo privilegiato di informazione.

Un'altra partecipazione significativa è stata quella di Mr. Boch, rappresentante del DRIVE-Office della Comunità Europea per il progetto GEMINI.

La dimostrazione è avvenuta nel seguente modo:

— un operatore ha composto i messaggi su un personal computer; questi, codificati secondo il protocollo ALERT, sono stati inviati ad un secondo calcolatore che li ha inseriti nel ciclo RDS, valutandoli in base alla loro priorità e scadenza.

Questo stesso calcolatore, gestiva inoltre, tramite modem e linea dedicata, il protocollo di comunicazione con il codificatore RDS situato nel Centro Trasmittente di TO-Eremo per la messa in onda dei messaggi di RADIODUE.

Il segnale a radiofrequenza è stato captato da un autoradio RDS commerciale che ha inviato il multiplex di banda base ad un decodificatore in grado di estrarre i codici TMC, ricostruire le comunicazioni e visualizzarle su un piccolo display alfanumerico a bordo di un'automobile.

Le stesse comunicazioni sono state visualizzate anche su un pannello a messaggio variabile (VMS), collocato nel cortile del Centro Ricerche RAI.

L'intero progetto è una conferma della necessità e dell'importanza del coordinamento fra i partecipanti, che devono garantire continuità e ulteriori sviluppi alla sperimentazione.

A questo proposito, il Consorzio Italiano, prevede l'ampliamento del programma di ricerca con una prova del sistema RDS-TMC sul corridoio di traffico del Veneto, lungo l'autostrada A4, in particolare nel tratto di circa 70 km tra Grisignano e S. Donà di Piave, coinvolgendo tre Società Autostradali e quindi tre diversi criteri di gestione.

Nel complesso, sull'area in questione, saranno messi a disposizione dalla SOLARI UDINE S.p.A. ben 44 VMS di varia classificazione, configurazione ed uso, di cui 15 dotati di interfaccia RDS-TMC; 41 sezioni di rilevamento del traffico distribuite lungo il percorso; 9 stazioni metereologiche.

Il potenziamento dei centri operativi di ciascuna Società Autostradale, ne consentirà il collegamento reciproco e permetterà anche di produrre in modo autonomo, messaggi RDS-TMC e di trasmetterli presso il Centro di Coordinamento del CCISS a Grottarossa-Roma; quest'ultimo avrà il compito di controllare, dirigere e diffondere i messaggi attraverso la rete dei trasmettitori radiofonici RAI che si trovano nella zona interessata dall'esperimento.

Inoltre, per valutare l'efficacia funzionale del sistema, verranno usate alcune autovetture attrezzate con ricevitori RDS-TMC e si verificherà contemporaneamente sia la completezza dell'informazione fornita a bordo dell'autovettura, sia il grado di evidenza del messaggio visualizzato sul pannello, necessariamente più limitato di quello sull'automobile.

G.B. (4110)